



ARQUITECTURA TÈCNICA

PROJECTE FINAL DE CARRERA

GUIA D'INTERPRETACIÓ PRÀCTICA DEL CTE DB-SI , ANÀLISI PRESCRIPTIU (FITXES D'APLICACIÓ) I PROPOSTES PRESTACIONALS BASADES EN CODI D'EFICÀCIA

**CTE DB-SI : CODI TÈCNIC DE L'EDIFICACIÓ DOCUMENT BÀSIC
SEGURETAT EN CAS D'INCENDI**



Projectista: Jordi Artigal Julien

Director: Jordi Murtra i Ferré

Convocatòria: Octubre 2010

RESUM

L'objectiu d'aquest projecte és la concepció d'una guia per a la interpretació del Document Bàsic Seguretat en cas d'Incendi del Codi Tècnic de l'Edificació. Aquesta guia, amb caràcter pràctic, va destinada no només a tècnics i enginyers que s'inicien en el món de la protecció contra incendis, sinó aquells que la seva professió està relaciona directa o indirectament amb aquest sector.

La guia vol ser una eina per a facilitar la comprensió de la normativa, ja que l'analitza i extreu conclusions. Lluny de ser un substitut, la guia serveix de complement a la normativa contra incendis vigent per tal que la seva aplicació, ja sigui de manera prescriptiva o prestacional, assegurí els requisits bàsics de seguretat en cas d'incendi.

Consta d'una primera part de recerca d'informació en quant a l'essència del foc, la regulació de la protecció d'incendis al llarg del temps i recull de la normativa vigent necessària per tal de projectar el disseny d'aquest tipus d'instal·lacions.

Un cop coneixem com actua el foc, la segona part, consisteix en l'estudi i anàlisi comentat del DB-SI per tal saber com donar compliment a les exigències bàsiques.

Donat que el CTE és la primera normativa a nivell estatal que contempla, per a la seva aplicació, la via prestacional (compliment d'objectius) a més de la via prescriptiva (compliment d'estàndards), aquest projecte proposa un procés per al disseny de la protecció contra incendis basat en l'eficàcia i que assegura el compliment dels objectius marcats.

El resultat de d'aquest treball és la GUIA D'INTERPRETACIÓ PRÀCTICA DEL CTE DB-SI, ANÀLISI PRESCRIPTIU (FITXES D'APLICACIÓ) I PROPOSTES PRESTACIONALS BASEDES EN CODI D'EFICÀCIA, un document útil que facilita l'anàlisi interpretatiu de la normativa. La complementa i alhora garanteix la qualitat en el disseny de les instal·lacions de protecció contra incendis basats en l'eficàcia.

ÍNDEX

Glossari	07
Introducció	13
1. Teoria prevenció d'incendis	15
2. Física i Química del foc	17
2.1 Temperatura i calor	17
2.1.1 <i>Fonts i propagació de la calor</i>	
2.2 Teoria del foc	19
2.2.1 <i>Combustible</i>	
2.2.2 <i>El comburent</i>	
2.2.3 <i>Energia o font d'ignició</i>	
2.2.4 <i>Reacció en cadena</i>	
2.2.5 <i>Classificació del foc</i>	
2.2.6 <i>Càrrega de foc</i>	
2.3 Condicions per a la combustió	23
2.3.1 <i>Punt d'inflamació, punt d'ignició i punt d'autoinflamació</i>	
2.3.2 <i>Límits d'inflamabilitat</i>	
2.3.3 <i>Influència de la concentració d'oxigen</i>	
2.4 Productes i manifestacions de la combustió	24
2.4.1 <i>Gasos de la combustió</i>	
2.4.2 <i>Flames</i>	
2.4.3 <i>Fum</i>	
2.5 Tipus de combustions	26
2.5.1 <i>Segons l'estat del combustible</i>	
2.5.2 <i>Segons la velocitat de reacció</i>	
2.5.3 <i>Combustió sobtada generalitzada o "FLASHOVER"</i>	
2.6 Mecanismes d'extinció	32
2.7 Agents extintors	33
2.7.1. <i>Agents extintors gasosos</i>	
2.7.1.1. <i>Diòxid de carboni o CO₂</i>	
2.7.1.2. <i>Prohibició legal dels halons 1301 – 1211 i similars</i>	
2.7.1.3. <i>Nitrogen</i>	
2.7.1.4. <i>Mescles de gasos</i>	
2.7.2. <i>Agents extintors líquids</i>	
2.7.2.1. <i>L'aigua</i>	
2.7.2.1. <i>Escumes</i>	
2.7.3. <i>Agents extintors sòlids</i>	
2.7.3.1. <i>Pols química</i>	
2.7.3.2. <i>Pols química especial</i>	
3. Marc normatiu que regula la protecció d'incendis a l'edificació	43
3.1 Antecedents	43

3.1.1	Primeres organitzacions contra incendis	
3.1.2	Orígens de la regulació contra el foc	
3.1.3	Mitjans per combatre el foc. Edat contemporània	
3.1.4	Antecedents normatius	
3.2	Normativa vigent	48
3.2.1.	Europea	
3.2.2.	Estatal	
3.2.3.	Autonòmica. Catalunya	
3.2.4.	Municipal. Ajuntament de Barcelona	
3.3.	Altres	51
4.	Estudi i anàlisi comentat del DB-SI	53
4.1.	Introducció	53
4.1.1.	Àmbit d'aplicació	
4.2.	SI 1 Propagació interior	55
4.2.1.	Reacció i resistència al foc dels elements	
4.2.1.1	Conceptes de reacció i resistència al foc	
4.2.1.2	Classificació de la reacció al foc. Euroclasses.	
4.2.1.3	Classificació de la resistència al foc dels elements compartimentadors	
4.2.2.	Compartimentació en sectors d'incendi	
4.2.3.	Locals i zones de risc especial	
4.2.4.	Espais ocults. Pas d'instal·lacions a través d'elements compartimentadors	
4.2.4.1	Espais ocults	
4.2.4.2	Passos d'instal·lacions	
4.2.5.	Reacció al foc d'elements constructius, decoratius i de mobiliari	
4.2.5.1	Elements constructius	
4.2.5.2	Components de les instal·lacions elèctriques	
4.2.5.3	Elements tèxtils de cobriment	
4.2.5.4	Elements decoratius i de mobiliari	
4.3.	SI 2 Propagació exterior	64
4.3.1	Principis generals	
4.3.2	Mitgeres i façanes	
4.3.2.1.	Mitgeres	
4.3.2.2.	Propagació exterior horitzontal per façana	
4.3.2.3.	Propagació exterior vertical per façana	
4.3.2.4.	Propagació superficial	
4.3.3	Cobertes	
4.3.3.1.	Propagació exterior	
4.3.3.2.	Propagació superficial	
4.4.	SI 3 Evacuació	69
4.4.1	Principis generals	
4.4.2.	Anàlisi de les condicions d'evacuació	
4.4.3.	Criteris de disseny	
4.4.4	Restriccions en el recorregut d'evacuació ascendent	
4.4.5	Elements d'evacuació	
4.4.5.1	Orígen d'evacuació	
4.4.5.2	Alçada d'evacuació	
4.4.5.3	Sortides d'evacuació	
4.4.5.4	Espai exterior segur	
4.4.5.5	Recorregut d'evacuació	
4.4.5.6	Vestíbul d'independència	
4.4.5.7	Ascensor d'emergència	
4.4.4	Compatibilitat dels elements d'evacuació	

4.4.5 Càlcul d'ocupació	
4.4.6 Nombre de sortides i longituds del recorreguts d'evacuació	
4.4.6.1. Plantes o recintes amb una única sortida de planta	
4.4.6.2. Plantes o recintes amb dues o més sortides de planta	
4.4.7 Dimensionat dels mitjans d'evacuació	
4.4.8 Protecció de les escales	
4.4.9 Portes situades en recorreguts d'evacuació	
4.4.10 Senyalització dels mitjans d'evacuació	
4.4.11 Control de fum d'incendi	
4.4.11.1. Principis generals	
4.4.11.2. Moviment i control de fums	
4.4.11.3. Requeriments	
4.4.12 Evacuació de persones amb discapacitats en cas d'incendi	
4.5. SI 4 Instal·lacions de protecció contra incendis	86
4.5.1. Instal·lacions de protecció activa	
4.5.1.1 Sistemes de detecció i alarma	
4.5.1.2 Sistemes manuals d'alarma d'incendi	
4.5.1.3 Sistemes de comunicació d'alarma	
4.5.1.4 Extintors manuals	
4.5.1.5 Boca d'Incendi Equipada (BIE)	
4.5.1.6 Hidrants exteriors	
4.5.1.7 Sistema d'extinció per ruixadors	
4.5.1.8 Sistema d'extinció d'aigua polvoritzada	
4.5.1.9 Sistema d'aigua nebulitzada	
4.5.1.10 Columna seca	
4.5.1.11 Gasos extintors	
4.5.2 Dotació d'instal·lacions de protecció contra incendis	
4.5.3 Senyalització de les instal·lacions manuals de protecció contra incendis	
4.6 SI 5 Intervenció dels bombers	103
4.6.1 Principis generals	
4.6.2 Condicions d'aproximació i entorn	
4.6.3 Accessibilitat per façana	
4.7. SI 6 Resistència al foc de l'estructura	107
4.7.1 Generalitats	
4.7.1.1 Corba normalitzada temps-temperatura	
4.7.1.2 Corbes paramètriques	
4.7.1.3 Temps equivalent d'exposició al foc	
4.7.2 Resistència al foc de l'estructura	
4.7.3 Condicions de resistència al foc d'elements estructurals principals	
4.7.4 Condicions de resistència al foc d'elements estructural secundaris	
4.7.5 Determinació dels efectes de les accions durant l'incendi	
4.7.6 Determinació de la resistència al foc	
4.8. Comentaris i conclusions del DB SI	111
5. Observacions del DB-SUA	113
6. Fitxes d'aplicació (Prescriptiu)	119
7. Proposta per al disseny prestacional	123
7.1 Introducció	123
7.2 Guia per al procés de disseny i anàlisi de la protecció contra incendis basat en l'eficàcia o prestacions	123
7.2.1. Definició de l'abast del projecte	

7.2.2. *Identificació de fites*

7.2.3. *Definició dels objectius de les parts implicades i del disseny*

7.2.4. *Desenvolupament dels criteris d'eficàcia*

7.2.5. *Desenvolupament d'escenaris tipus*

7.2.6. *Desenvolupament de dissenys de prova*

7.2.7. *Desenvolupament d'un resum del disseny de protecció contra incendis*

7.2.8. *Avaluació dels dissenys de prova*

7.2.9. *Selecció del disseny final*

7.2.10. *Documentació del disseny final*

8. Conclusions finals	.	.	.	.	.	.	.	.	141
Mediambientalització del projecte	.	.	.	.	.	.	.	.	143
Bibliografia	.	.	.	.	.	.	.	.	145
Agraïments	.	.	.	.	.	.	.	.	147
Contingut del CD	.	.	.	.	.	.	.	.	148

Annex A- Fitxes d'aplicació del DB SI

GLOSSARI

<i>Accident</i>	Esdeveniment imprevist que a vegades provoca danys o ferides i que interromp una activitat. Esdeveniment que sorgeix per causes desconegudes, esdevingut degut a ignorància, falta de cura o circumstància similar.
<i>Autoignició</i>	Inici de la combustió per calor, sense presència de guspires o flama
<i>Acció de foc prevista</i>	Accions tèrmiques i altres paràmetres que s'utilitzen per al disseny
<i>Acció tèrmica</i>	Exposició d'un producte al calor durant un incendi, ja sigui d'origen natural o experimental
<i>Alarma d'incendi</i>	Avís d'incendi realitzat per una persona o dispositiu automàtic.
<i>Assaig de foc</i>	Procediment dissenyat per mesurar i avaluar la resposta d'un material, producte, estructura o sistema davant un o varis aspectes del foc.
<i>Broc polvoritzador</i>	Elements final del sistema d'aigua nebulitzada que permet projectar aigua en forma de gotes molt petites
<i>Calor</i>	Forma d'energia que es caracteritza per la vibració de les molècules, amb capacitat d'iniciar i mantenir canvis químics i físics. Es mesura per mitjà de la temperatura
<i>Calor d'ignició</i>	Energia calorífica que produeix l'ignició
<i>Calor específica</i>	Quantitat de calor que es requereix per a elevar un grau centígrad la temperatura d'un gram d'una substància
<i>Calor latent</i>	Calor que absorbeix un cos en liquidar-se o en vaporitzar-se, sense que canviï la seva temperatura
<i>Càrrega de foc</i>	L'energia calorífica total que s'alliberaria amb la combustió de tots el materials combustibles existents en un espai, inclosos els revestiments de les parets, envans, paviments i sostres. Del contingut i els elements constructius. Es mesura en MJ. (UNE-EN 1991-1-2:2004)
<i>Classes de resistència al foc</i>	Classes definides convencionalment que s'usen per classificar els elements constructius atenent al temps de resistència al foc que demostren tenir en els assaigs
<i>Columna humida</i>	Canonades rígides i fixes instal·lades de forma permanent en un edifici, sempre en càrrega mitjançant la connexió a la xarxa de proveïment d'aigua i amb vàlvules i preses.
<i>Columna seca</i>	Canonades rígides i fixes instal·lades de forma permanent en un edifici i previstes per a que s'hi connectin les mànegues dels bombers i per a ser carregades d'aigua en el moment de la seva utilització.
<i>Combustió</i>	Reacció exotèrmica d'una substància amb un oxidant, generalment acompanyada de flames i incandescència i/o fum.
<i>Combustió sobtada generalitzada o "Flashover"</i>	Transició ràpida a una situació d'incendi generalitzada de tots els materials combustibles per una aportació sobtada d'oxigen, on té lloc una combustió latent incompleta.
<i>Conat</i>	Començament d'un incendi, el qual no arriba a consumir-se

<i>Condicions crítiques (per als ocupants)</i>	Valors límits d'augment de la temperatura, reducció de la quantitat d'oxigen i concentració dels gasos tòxics de combustió que posen en risc greu la vida en un període de temps determinat.
<i>Continent</i>	Conjunt dels elements fixos que constitueixen l'edificació d'un habitatge o un edifici, incloses les instal·lacions ornamentals adherides al terra, sostre o parets.
<i>Contingut</i>	Contingut total de l'edifici, exclosos els productes construcció (com revestiments, sostres, paviments, etc.), es a dir, el que es trobi dins del continent
<i>Control de fums</i>	Mesures destinades a controlar la propagació o el moviment del fum i els gasos de la combustió en l'interior d'un edifici durant un incendi. (ISO 8421-5/1988)
<i>Corba d'incendi natural</i>	Variació de la temperatura en el temps. En un assaig de foc on no es controla la ventilació. Es determina mitjançant un mètode de càlcul, tenint en compte la càrrega de foc, la ventilació, etc.
<i>Corba normalitzada temps-temperatura</i>	Corba nominal que representa un model de foc totalment desenvolupat en un sector d'incendi (UNE-EN 1991-1-2:2004), és a dir, variació de la temperatura en funció del temps, mesurada d'una forma donada per l'assaig normalitzat de resistència al foc definit a la norma ISO
<i>Corba temps temperatura</i>	Variació de la temperatura de l'aire pròxim a la superfície d'un element en funció del temps durant un incendi. Pot ser: <ul style="list-style-type: none"> - Nominal: corba convencional adoptades per classificar o verificar la resistència al foc. (corba normalitzada temps-temperatura, corba de foc exterior o corba de foc d'hidrocarburs - Paramètriques: determinades a partir de models de foc i dels paràmetres físics específics que defineixen les condicions del sector d'incendi (UNE-EN 1991-1-2:2004)
<i>Espurna</i>	Partícula incandescent d'un material sòlid que emet energia radiant degut a temperatura o a un procés de combustió superficial.
<i>Debanadora</i>	Suport giratori fix de funcionament automàtic, semiautomàtic o manual, en el qual s'enrotlla una mànega per a facilitar-ne l'extensió i la utilització
<i>Densitat de càrrega de foc</i>	Càrrega de foc per unitat de superfície construïda, o per unitat de superfície de tota l'envoltant incloses les obertures (UNE-EN 1991-1-2:2004). Es mesura en MJ/m ²
<i>Densitat de càrrega de foc de càlcul</i>	Densitat de càrrega de foc considerada per determinar les accions tèrmiques de càlcul en situació d'un incendi. El seu valor té en compte incerteses (UNE-EN 1991-1-2:2004). Per al seu càlcul veure B.4 de l'annex B del DB-SI.
<i>Detector d'incendis</i>	Dispositiu que fa una senyal en resposta a determinats canvis físics o químics que acompanyen el foc (ISO 8421-3)
<i>Directives europees</i>	Són documents legals elaborats pel Consell de la Comissió Europea que dirigeixen la forma de legislar a cada Estat membre perquè sigui uniforme a tota la Unió Europea. Per elles mateixes, aquestes directives no suposen cap obligació del compliment del seu contingut, però sí que obliguen a la seva transposició dins del sistema legislatiu de cadascun dels Estats membres, dins d'un termini màxim de 2 anys
<i>Emergència</i>	Risc imminent o amenaça greu per a les persones o bens (ISO 8201,1987)
<i>Enllumenat d'emergència</i>	Enllumenat per facilitar l'evacuació del ocupants en cas de fallada de l'enllumenat normal.

<i>Establiment</i>	Zona d'un edifici destinada a ser utilitzada sota una titularitat diferenciada, sota un règim no subsidiari respecte la resta de l'activitat prevista, siguin objecte de control administratiu. Conforme l'anterior, pot ser també la totalitat d'un edifici.
<i>Evacuació</i>	Moviment ordenat de persones cap a un lloc segur en cas d'incendi o altre emergència
<i>Exutori</i>	Obertures situades en façanes o les cobertes d'un edifici per permetre la sortida de fum i dissipar calor en cas d'incendi, es poden accionar manual o automàticament
<i>Foc</i>	Procés de combustió que es caracteritza per l'emissió de calor acompanyada de fum.
<i>Font d'ignició</i>	Font de calor utilitzada per començar l'ignició de materials o productes combustibles. Espurna inicial, flama o objecte calent que provoca ignició.
<i>Fum</i>	Suspensió visible de partícules sòlides i/o líquides presents en els gasos alliberats en la combustió o piròlisi.
<i>Funcionalitat</i>	Comportament d'un producte en condicions d'ús. (ISO 6241/1984)
<i>Gestió de la seguretat contra incendis</i>	Mesures adoptades durant la vida útil d'un edifici per minimitzar el perill i el risc d'incendi per mitjà d'un manteniment correcte i l'adequació de l'edifici.
<i>Ignició</i>	Inici de la combustió
<i>Ignifugant</i>	Substància afegida, o tractament aplicat a un material per eliminar, reduir significativament o retardar la combustió.
<i>Incendi</i>	Combustió ràpida que es propaga de forma incontrolada en el temps i espai.
<i>Incendi natural</i>	Aquell que no s'ajusta a les corbes temps-temperatura
<i>Instal·lació d'aigua polvoritzada</i>	Sistema de tubs de diferents mesures instal·lat a l'interior d'un edifici per refrigerar per aigua a un element de construcció en cas d'incendi, o per protegir materials dipositats en edificis.
<i>Instal·lació d'alarma d'incendis</i>	Combinació de components que emeten una senyal d'alarma d'incendi audible, visible o perceptible d'un altre manera. El sistema pot també iniciar altres funcions secundàries.
<i>Instal·lació de seguretat contra incendis</i>	Instal·lacions relacionades amb els serveis, alarma, i detecció, evacuació, extinció i lluita contra el foc.
<i>Intumescent</i>	Inflament o augment de volum d'un material per aportació de calor
<i>Luminància</i>	Luminància L_v , en un punt d'una superfície en una direcció donada és el quocient de l'intensitat lluminosa d'un element d'aquella superfície per l'àrea de la projecció ortogonal de l'element sobre un pla perpendicular de la direcció donada. L_v es mesura amb cd / m^2
<i>Mesures actives de protecció contra incendi</i>	Sistemes i equips instal·lats per reduir el perill per les persones i els bens mitjançant la detecció o l'extinció d'incendis, l'extracció de fum i gasos calents, o qualsevol combinació d'aquestes funcions.
<i>Nomograma</i>	Mètode gràfic simplificat per determinar resistència al foc d'un material en concret.
<i>Piròlisi</i>	Descomposició química d'un compost en una o més substàncies per escalfament, la piròlisi precedeix generalment a la combustió.

<i>Pressuritzar</i>	Condicionar un espai tancat o recipient per mitjà d'un dispositiu que manté una pressió.
<i>Sector d'incendi</i>	Espai d'un edifici separat d'altres zones del mateix per elements constructius delimitadors resistents al foc durant un període de temps determinat, en l'interior del qual es pot confinar (o excloure) l'incendi per que no es pugui propagar a (o des de) un altre part de l'edifici. Els locals de risc especial no es consideren sectors d'incendi.
<i>Sutge</i>	Residu pulverulent, generalment negra, compost de partícules fines de carboni provinents de la combustió incompleta de la matèria orgànica. Generalment es diposita en xemeneies i en conduccions de fums
<i>Transposició</i>	Adaptació consistent a aplicar el principi d'equivalència als problemes d'inadaptació suscitats pel conflicte mòbil, fent equivaler els conceptes jurídics de les lleis successivament aplicables

ACRÒNIMS

<i>AENOR</i>	Associació Espanyola de Normalització i Certificació
<i>CEN</i>	European Committee for Standardization (Comitè Europeu de Normalització)
<i>CRA</i>	Central Receptora d'Alarmes
<i>CTE</i>	Codi tècnic de l'Edificació
<i>DB</i>	Document Bàsic
<i>DIN</i>	Deutsches Institut für Normung (Institut alemany de normalització)
<i>EHE</i>	Instrucció Espanyola del Formigó Estructural
<i>EN</i>	European Standard (estàndards europeus)
<i>HFC</i>	Hidrofluorcarbonats (gas per a l'extinció d'incendis)
<i>ISO</i>	International Organization for Standardization (Organització Internacional per l'Estandardització)
<i>ITSEMAP</i>	Institut Tecnològic Seguretat Mapfre
<i>LII</i>	Límit inferior d'inflamabilitat
<i>LOE</i>	Llei d'Ordenació de l'Edificació
<i>LSI</i>	Límit superior d'inflamabilitat
<i>NFPA</i>	National Fire Protection Association (Associació Nacional de Protecció Contra el Foc)
<i>ODP</i>	Potencial destructor de l'ozó
<i>RIPCI</i>	Reglament d'Instal·lacions de Protecció Contra Incendis
<i>RITE</i>	Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques als Edificis
<i>RSCEI</i>	Reglament de Seguretat Contra Incendis als Establiments Industrials
<i>SBI</i>	Single Burning Item, EN 13823 (assaig de reacció al foc)
<i>SIA</i>	Símbol Internacional d'Accessibilitat per la mobilitat
<i>UNE</i>	Unificació de Normatives Espanyoles

INTRODUCCIÓ

El foc, com a manifestació energètica resultat d'una combustió, és útil per a les activitats de la dona i l'home. El seu domini va ser l'avenç més gran per les persones i la seva utilització donà lloc a gran part de les activitats industrials. Però quan el foc desborda el control de l'home, pot donar lloc a la destrucció dels bens inclús de persones. Es tracte a aleshores d'un incendi. Per tant hi ha que estar preparats per preveure i combatre els incendis.

El projecte final de carrera consta d'una part per a conèixer, mitjançant una recerca exhaustiva, la normativa històrica que ha regulat, en el passat, la protecció d'incendis en els edificis. Per a entendre millor com s'ha arribat a la normativa actual.

Per altre banda s'explica la física i la química del foc. Per a la concepció de la protecció contra incendis en l'edifici es fa imprescindible el coneixement del comportament del foc.

Un cop entès com funciona el foc i quins mecanismes hi ha per a la seva extinció, s'analitza i es comenta el Document Bàsic de Seguretat en cas d'Incendi com una guia, per a facilitar la seva interpretació i aplicació als tècnics.

També és realitza una proposta per al procés de disseny de sistemes de protecció contra incendis basats en l'eficàcia, per a solucions alternatives que assegurin les exigències bàsiques de Seguretat en cas d'Incendi.

01. TEORIA PREVENCIÓ D'INCENDIS

El fenomen de la combustió constitueix un procés fonamental en la vida de l'ésser humà, tant pel que comporta de positiu, com de negatiu. La combustió la podem definir com la reacció química en la qual un element combustible es combina amb un altre d'oxidant desprenent calor i produint un òxid. Quan aquesta combustió oberta s'utilitza en benefici de les persones, l'anomenem foc, en canvi, quan s'escapa del control i produeix danys i pèrdues de persones i bens, en diem incendi.

La utilització de les combustions en la vida diària amb fins positius i la presència de combustibles, comporten l'aparició del risc d'incendis. La prevenció contra incendis té com objectiu principals evitar l'ocurrència d'incendis, i en el cas que arribin a sorgir, limitar-ne els danys.

Aquest objectiu s'aconsegueix incidint eficaçment sobre els diversos factors que influeixen en la producció i desenvolupament dels incendis. En conseqüència i per garantir l'eficàcia de les actuacions de prevenció, es fa imprescindible el coneixement dels factors i circumstàncies que generen incendis i preveure el desenvolupament dels mateixos.

Les etapes d'una possible actuació contra un incendi es poden agrupar en quatre grans blocs:

- Prevenció: té per objectiu evitar l'origen de l'incendi .
- Protecció: té per objectiu disminuir les conseqüències del foc. Les tècniques emprades es divideixen en: protecció estructural, detecció i alarma, extinció i evacuació.
- Investigació: és posterior a l'incendi i té per objectiu analitzar les causes i l'eficàcia de les mesures emprades.
- Difusió: es tracte de difondre els resultats de les investigacions entre els professionals del sector per aprendre dels encerts i errors de terceres persones.

Prevenció d'incendis

L'objectiu de la prevenció d'incendis consisteix en protegir les persones i els béns; i engloba aquelles funcions que impliquen la disposició de mitjans personals i materials, informació i conscienciació de les persones i execució de totes les accions que tendeixin a disminuir i contrarestar el risc.

Un factor que influeix principalment en el correcte funcionament de les mesures de prevenció contra incendi és la formació de les persones que intervenen en les diferents fases, des de el disseny de l'edificació, la construcció, el manteniment, l'ús del mateix i tècnics que es dediquen a la prevenció i/o extinció.

És fonamental que tothom tingui uns coneixements bàsics sobre l'origen i el comportament del foc, i també sobre com es pot combatre, ja que els incendis són una amenaça constant en moltes de les activitats que l'home desenvolupa.

Per altre banda, a l'hora d'analitzar la seguretat en cas d'incendi en un determinat edifici, cal tenir presents els punts següents:

- Condicions que limitaran el desenvolupament de l'incendi (sectors d'incendi...).
- Mitjans de lluita contra el foc (extintors, etc.).

- Sortides adequades per a tots els ocupants (evacuació).
- Accessos suficients per als serveis d'auxili (bombers).
- Formació i informació del personal (autoprotecció).

Enfocament analític de la protecció contra incendis

L'enfocament analític de la protecció contra incendis consisteix en l'aplicació de principis d'enginyeria a la valuació del nivell de seguretat requerit i al disseny i càlcul de les mesures de seguretat necessàries.

Pel que respecta a la seguretat contra incendis en edificis, els instruments d'anàlisis poden utilitzar-se de varies maneres, per exemple:

a) per l'obtenció de dades bàsiques sobre el desenvolupament i la propagació en els edificis del foc, el fum i els gasos produïts per la combustió:

- calculant el desenvolupament de l'incendi en recintes
- calculant la velocitat de propagació de l'incendi per l'interior o l'exterior del edificis, fora del recinte on s'ha originat
- avaluant el moviment de gasos de combustió en edificis i obres similars

b) per avaluar accions com

- l'exposició de les persones i els edificis al calor, als fums i gasos produïts per la combustió
- l'acció mecànica sobre les estructures dels edificis

c) per avaluar el comportament dels productes de construcció en cas d'exposició al foc, per exemple:

- en l'aparició d'incendis, característiques com la inflamabilitat, la propagació de les flames, l'emissió de calor, la producció de fum i gasos tòxics
- la resistència de l'estructura afectada pel foc en termes de capacitat portant i funció de compartimentació

d) per avaluar l'acció dels mitjans de detecció, d'activació i extinció, per exemple:

- els temps d'activació dels sistemes de control, sistemes d'extinció, avís a bombers o ocupants, etc.
- l'efecte dels sistemes de control del foc i el fum (inclosos agents extintors)
- l'avaluació dels temps de detecció segons les característiques i ubicació dels detectors de foc i fum
- la integració dels dispositius d'extinció i altres dispositius de seguretat

e) per l'avaluació i el disseny de mesures d'evacuació i rescat

L'enfocament analític necessita disposar de dades sobre les característiques afectades als productes i mètodes de càlcul i disseny.

02. FÍSICA I QUÍMICA DEL FOC

Un cop explicada la teoria de la prevenció d'incendis, és important descriure, encara que sigui a nivell suficient, que és un foc, les classes, i alguns conceptes bàsics per a comprendre correctament que és un incendi, com es genera i com es desenvolupa.

El foc es pot definir com una reacció química d'oxidació ràpida que és produeix en un material combustible i desprèn energia en forma de llum i calor en benefici de les persones. En el cas d'un foc que s'escapa del control humà i crema allò que no està destinat a cremar-se, s'anomena incendi.

2.1 Temperatura i calor

De tots el efectes resultants de la combustió, la calor es el principal responsable de la propagació del foc.

El calor es una forma d'energia, conseqüència dels moviments constants de les molècules, les quals estan entrexocant constantment en el si de la matèria. Quan major es l'energia cinètica de les molècules, major és el xoc entre elles i el calor després.

Així, la temperatura d'un cos a zero absolut (0K o -273,16°C) les seves molècules estaran en repòs absolut. Al augmentar l'energia cinètica de les molècules, els xocs provoquen una separació entre elles, d'aquí la dilatació que experimenten els cossos en augmentar al temperatura.

El calor emès en un incendi, i l'elevació de temperatura que provoca, produeix danys, tant a les persones com als bens materials. L'exposició a l'aire calent pot causar directament deshidratació, esgotament, bloqueig de les vies respiratòries i cremades.

El calor intensifica el ritme cardíac. Quant la seva excedeix la tolerància humana, es mortal.

La temperatura és una propietat dels cossos que indica el seu nivell calorífic. Les variacions de temperatura d'un cos comporten variacions en la velocitat de les seves partícules i el seu moviment tèrmic. Això determina si es produirà transferència de calor des d'aquest cos cap a altres.

Un increment de temperatura d'una substància suposa un increment de l'energia cinètica de les seves partícules, i per tant, l'energia interna d'aquesta substància també augmenta. La temperatura es mesura en graus Celsius (°C), graus Fahrenheit (°F) o en SI graus Kelvin (K).

La calor és un tipus d'energia que tenen tots el cossos, però que només es manifesta quan passa d'un cos a un altre. Aquesta transferència d'energia es produeix sempre entre dos cossos que estan a diferent temperatura, i sempre va del cos calent al fred.

Per tant, podem definir el calor com el procés de transferència d'energia entre sistemes que es duu a terme com a conseqüència de la seva diferència de temperatura.

La calor es mesura bàsicament, en Joule (J) en SI i calories (cal). La seva equivalència és $1 \text{ J} = 0,24 \text{ cal}$.

2.1.1 Fonts i propagació de la calor

Les fonts de calor es poden classificar en funció del seu origen:

- Fonts tèrmiques: proporcionen calor a partir d'energia tèrmica. Per exemple, llumins encesos, raigs solars, encenedors, etc.
- Fonts mecàniques: proporcionen calor a partir d'energia mecànica. Per exemple, fregaments mecàniques, etc.
- Fonts elèctriques: proporcionen calor a partir d'energia elèctrica. Per exemple, càrregues elèctriques, curtcircuits, etc.
- Font químiques: proporcionen calor a partir de reaccions químiques. Per exemple, reaccions exotèrmiques, reaccions de peròxids, substàncies autoxidables, etc.

Els mecanismes de propagació de la calor, o energia tèrmica, són tres: conducció, convecció i radiació.

Conducció

La conducció consisteix en la transferència de calor d'un punt a un altre d'una substància sense transport de matèria. Utilitzant un exemple, si acostem un extrem d'una barra metàl·lica a una flama i l'aguantem per l'altre extrem amb la mà, la barra es calenta cada cop més tot i no estar en contacte directe amb la flama. Es diu que la calor, arriba a l'extrem fred de la barra per conducció al llarg o a través d'un material. Les partícules de l'extrem calent de la barra augmenten violentament les vibracions internes a mesura que augmenta la temperatura. Per tant hi ha una transmissió de l'energia cinètica entre les partícules i al llarg de la barra sense que aquestes modifiquin la seva posició inicial.

Experimentalment, s'ha trobat que la quantitat de calor que travessa una superfície es directament proporcional a la superfície i a la diferència de temperatures, i inversament proporcional al gruix. La constant de proporcionalitat és el coeficient de conductivitat tèrmica de material (k).

La conductivitat tèrmica és una propietat dels materials que valora la capacitat de conduir la calor a través d'ells. El seu valor és gran en metalls i en general en cossos continus; i és baixa en els gasos (tot i que pot fer-se mitjançant els electrons lliures) i en materials iònics i covalents; és molt baixa en alguns materials especials com la fibra de vidre. Aquests materials tan poc conductors reben el nom de aïllants tèrmics.

Per a que hi hagi conducció tèrmica cal una substància com a medi (un medi de transmissió). Per aquesta raó, la conductivitat tèrmica és molt baixa a ambients on s'ha practicat un buit elevat i completament nul·la en el buit absolut. No hi ha cap material o substància que sigui un conductor perfecte ($k = \infty$) o aïllant perfecte ($k = 0$)

Convecció

La convecció es caracteritza perquè aquesta es produeix a través del desplaçament de matèria entre regions amb diferents temperatures. La convecció és produeix únicament en materials fluids. Quan s'escalfen disminueix la seva densitat i ascendeixen al ser desplaçats per les porcions a menor temperatura que, al mateix temps, descendeixen i s'escalfen repetint el cicle. El resultat és el transport de calor per mitjà de les parcel·les de fluid ascendent i descendent. La transferència de calor implica el transport de calor en un volum i la barreja d'elements macroscòpics de porcions calentes i fredes d'un gas o un líquid. S'inclou també l'intercanvi d'energia entre una superfície sòlida i un fluid.

La teoria matemàtica de la convecció del calor és molt complexa, això es degut a que la calor guanya o perduda per una superfície a determinada temperatura, en contacte amb un fluid a temperatura diferent, depèn de molts factors.

Radiació

La tercera forma de transmissió de calor es la radiació. Un cos a més temperatura que l'entorn emet radiació mitjançant ones electromagnètiques. Aquest és el tipus d'energia que ens arriba del Sol. Aquestes ones electromagnètiques transporten energia sense transportar matèria i sense necessitat de cap medi per propagar-se.

2.2 Teoria del foc

El foc és una reacció de combustió. La combustió es una reacció exotèrmica d'oxidació ràpida i autoalimentada d'una substància anomenada combustible, amb un oxidant, anomenat comburent; el fenomen ve acompanyat generalment per una emissió de llum i calor (flames) o incandescència, amb desprendiment de productes volàtils i/o de fum que poden deixar residus de cendres.

Per produir-se la combustió calen tres elements (també anomenat triangle del foc): el combustible, el comburent i l'energia o font d'ignició o activació. Ara bé, per que aquest es mantingui és necessari un quart element: la reacció en cadena, donant així el tetraedre del foc veure figura 2.2.

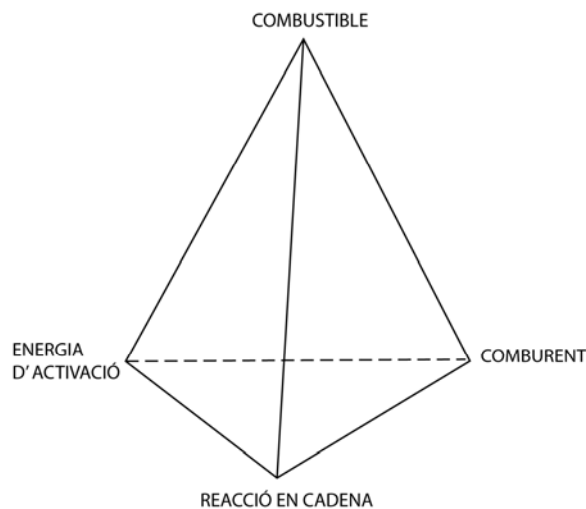


FIGURA 2.2 TETRAEDRE DEL FOC

2.2.1 El combustible

El combustible es qualsevol material que pot cremar o que pot reaccionar amb el comburent i entrar en combustió. Els combustibles es poden classificar segons el seu estat físic:

- Combustibles sòlids: son aquells que tenen un volum i una forma constant.
- Combustibles líquids: de volum constant però forma variable.
- Combustibles gasosos: els gasos es caracteritzen per tenir forma i volum variable segons el recipient que els contingui.

Més endavant s'explica els diferents tipus de combustions segons l'estat del combustible

2.2.2 El comburent

El comburent és la substància capaç de produir l'oxidació del combustible en una combustió, generalment és l'oxigen. El gas oxigen diatòmic constitueix el 20,94% del volum de l'atmosfera de la Terra. També existeixen les combustions sense oxigen, com és el cas dels hidrocarburs (compostos químics formats únicament per hidrogen i carboni), que poden cremar en atmosfera de clor. L'alumini o el magnesi poden cremar en atmosfera de nitrogen. Un altre possibilitat és que el comburent estigui formant part d'una molècula i que per circumstàncies especials aquesta molècula cedeixi aquest comburent, com podria ser el cas de nitrats de sòdics i de cel·lulosa, carbonats potàssics, etc.

2.2.3 Energia o font d'ignició

L'energia o font d'ignició és l'energia mínima necessària (en forma de calor) que s'ha de subministrar a un combustible perquè s'iniciï la combustió en presència d'un comburent.

2.2.4 Reacció en cadena

La reacció de combustió té un mecanisme complex. Quan el combustible i el comburent inicien la reacció formen una gran quantitat de productes intermitjos abans de la formació dels productes finals. El procés de combustió consta de moltes reaccions, en les quals s'allibera prou energia per permetre que noves molècules comencin la reacció. Aquest tipus de reaccions que són les responsables de que la combustió segueixi i es mantingui s'anomenen reaccions en cadena (la combinació dels termes rapidesa i autoalimentada donen lloc a aquest terme).

Així doncs, el foc o combustió necessita de tres factors (seqüència del foc) per tenir lloc i de quatre factors (desenvolupament i creixement) per mantenir-se. El conjunt de tres factors (combustible, comburent i energia d'activació) formen el triangle del foc i el conjunt dels quatre (combustible, comburent, energia d'activació i reacció en cadena) formen el tetràedre del foc. Cada costat d'aquesta última figura simbolitza un dels components indispensables en el procés de combustió i manteniment d'aquesta.

2.2.5 Classificació del foc

Els focs es poden classificar utilitzant dos criteris:

- tipus de combustibles
- tipus de radiació lluminosa produïda (presència o no de flama).

Segons el tipus de combustible, d'acord amb la norma europea, els focs es classifiquen en:

- Focs de classe A: són els focs de materials sòlids, generalment de naturalesa orgànica, on la combustió es realitza amb formació de brasa. Exemples: fusta, paper, teixits, la major part de plàstics, etc.
- Focs de classe B: són els focs de líquids o de sòlids líquids. Exemple: alcohol, benzina, cera, gasoil, alguns plàstics, etc.

- Focs de classe C: son els focs de gasos. Exemple: butà, propà, metà (gas natural), acetilè, etc.
- Focs de classe D: son de focs químics, es produeixen en presència de metalls i productes químics combustibles. Exemple: sodi, potassi, alumini, titani, magnesi, zirconi, etc.

La classe E no es considera una classe de foc, però es distingeix per la presència de tensió elèctrica en qualsevol classe de foc. Per exemple, un cas molt habitual és un foc en quadre elèctric, que és un foc de classe A amb presència de tensió elèctrica.

Segons l'existència de flama:

El procés de combustió pot tenir lloc de dos formes diferents: amb flama (incloses les explosions) i superficial sense flama (en el que s'inclouen la incandescència superficial i profunda (brases).

Les dos modalitats no s'exclouen, sinó que pot tenir lloc conjuntament.

Els requisits per l'existència d'aquestes formes de combustió es representen en la figura 2.2.5.. Tal com es veu en la figura, la combustió amb flama s'associa amb velocitats de combustió relativament altes, expressades en termes d'alliberació d'energia tèrmica a partir de l'energia química existent en els enllaços entre àtoms, que junt amb la relació pes-temps i el calor específic dels productes gasosos de la combustió del cos emissor, determinen la temperatura de la flama.

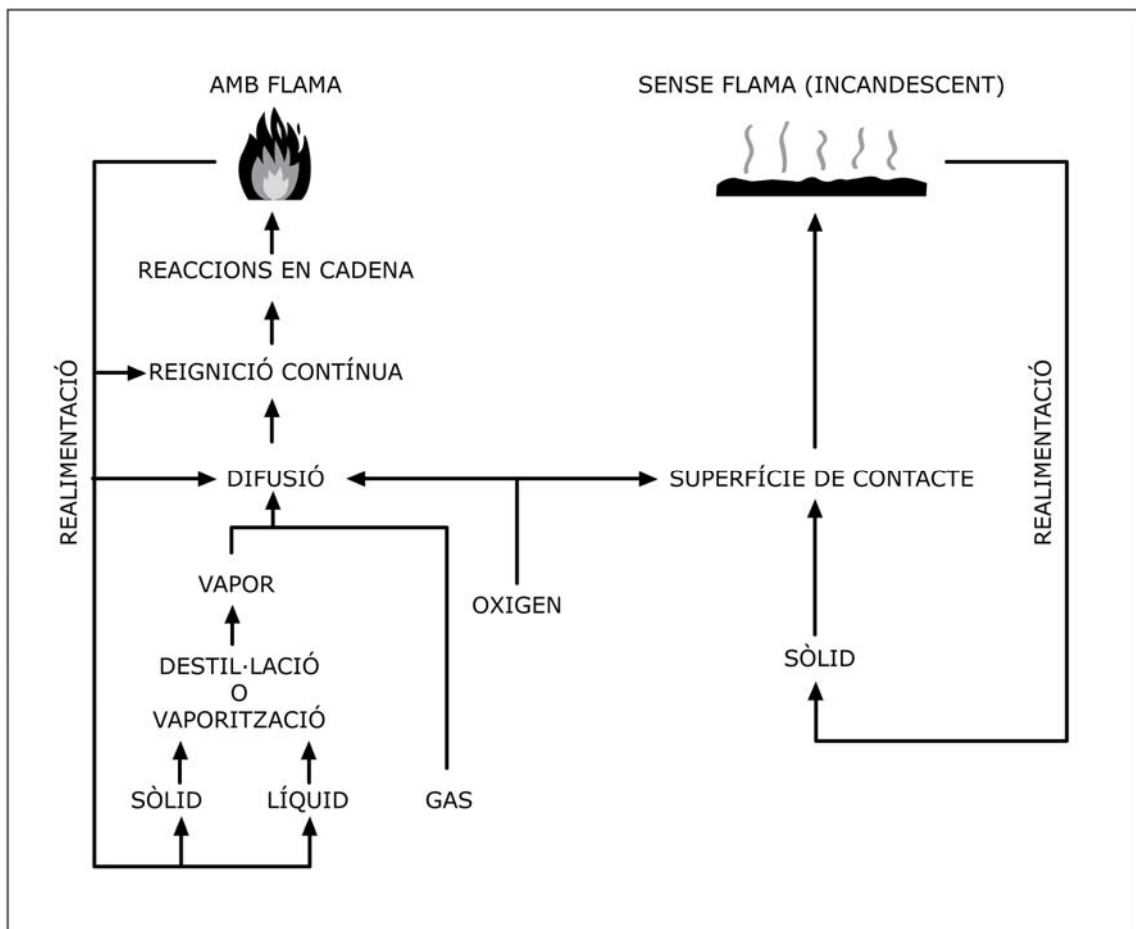


FIGURA 2.2.5 MODALITATS DE COMBUSTIÓ

En condicions d'equilibri, l'energia tèrmica generada i la pèrdua en l'ambient, ambdues mesures en funció del temps, ha d'igualar-se. Si la primera a la segona, el foc augmenta; inversament, si la segona supera la primera el foc disminueix. Aquest procés depèn en gran mesura de la temperatura a que s'arriba.

Els líquids i gasos inflamables cremen sempre amb flama. La velocitat de combustió de gasos és molt ràpida, per el que en molts casos pot produir-se l'explosió.

La característica comú a aquest combustible es que s'evaporen i barregen amb l'oxigen abans de la combustió.

La major part dels plàstics sòlids es poden considerar com líquids inflamables solidificats, ja que abans de la combustió es fonen, quan hi ha una realimentació tèrmica suficient.

Alguns dels casos en que coexisteixen els dos tipus de combustions son: combustibles carbonosos sòlids com per exemple el carbó; carbohidrats sòlids com el sucre; cel·lulosa sòlida, com la fusta, la palla, l'espart i altres matèries vegetals similars, i els plàstics termoenduribles que no es fonen. En aquestes últimes matèries, la combustió comença en flama i passa d'una forma gradual cap una fase durant la qual els dos modes actuen simultàniament. Al final acaba la flama i prossegueix la combustió residual sense flama.

Alguns exemples de combustió sense flames son les de carboni pur i la d'alguns metalls fàcilment oxidables, com el magnesi, l'alumini, urani, sodi, potassi, etc.

Aquets últims cremen amb temperatures característiques altes, que oscil·len entre 1.500 i 2.000 °C.

En la combustió incandescent o sense flama no es produeix reaccions en cadena, per el que aquestes combustions poden representar-se mitjançant el triangle del foc.

2.2.6 Càrrega de foc

La densitat de càrrega de foc és la quantitat de calor per unitat de superfície que provocaria la combustió total dels materials combustibles existent en un recinte o zona. S'expressa en kJ/m² o per equivalència en massa (kg/m²) de fusta, tenint en compte que la combustió total de la fusta allibera 16,75 MJ/kg. Aquest valor es calcula sempre considerant la quantitat màxima de materials que es poden preveure. En un edifici normal, hi ha que considerar els elements constructius combustibles (immobiliari) i el contingut (mobiliari) que es troba dins una zona o recinte. Es calcula aplicant la fórmula:

$$Q_t = [\sum (m_i \times p_i) + \sum (m_m \times p_m)] / S$$

Q_t = densitat càrrega tèrmica (MJ/ m²)

m = massa total d'un material combustible (kg)

p = calor de combustió del combustible (MJ/kg)

S = superfície total (m²)

Els subíndexs "m" i "i" es refereix a mobiliari i immoble, respectivament

Aquesta dada ens dona una mesura del calor total que produiria en cas de que cremes tot el combustible, no indica amb quina rapidesa es propagaria el foc un cop iniciat.

2.3 Condicions per a la combustió

El primer condicionant perquè tingui lloc una combustió és que els vapors de combustible i el comburent estiguin en contacte, a nivell molecular. La combustió només es produirà en aquelles regions on hi hagi els dos reactius.

En segon lloc, i tal com s'ha indicat en l'apartat anterior, la proporció de combustible/comburent ha d'estar dins dels límits d'inflamabilitat.

La tercera condició és que el combustible estigui a una temperatura superior al punt d'inflamació.

En quart lloc, sovint cal una activació dels reactius per iniciar la combustió. En general, perquè les molècules de combustible i comburent puguin trencar les unions entre els seus àtoms necessiten una font d'energia puntual (focus de calor, espurna, etc.) que permeti iniciar el procés. Un cop s'ha produït la ignició, la pròpia reacció allibera la calor que propaga el procés a la resta de mescla reaccionant. Es tracta d'un procés automantingut. Si la temperatura del combustible fos superior a la temperatura d'autoignició, no caldria aquest procés d'activació.

2.3.1 Punt d'inflamació, punt d'ignició i punt d'autoinflamació

El *punt d'inflamació* és la temperatura mínima a la qual el combustible pot cremar, en presència d'un focus de calor. A aquesta temperatura, si es retira el focus de calor, la combustió no es manté. Aquesta temperatura és un indicatiu del risc d'inflamació del material, i s'aplica a líquids i a sòlids.

El punt d'inflamació és un indicatiu del risc d'inflamació d'un combustible líquid. Així, quan el punt d'inflamació sigui inferior o proper a la temperatura ambiental, el risc de combustió serà elevat. En canvi, aquells materials que tinguin un punt d'inflamació molt més gran que la temperatura ambient, necessitaran escalfar-se abans de cremar.

El *punt d'ignició* es la mínima temperatura a la qual el combustible pot entrar en combustió, en presència d'un focus de calor, i mantenir-se aquesta sense necessitat d'aplicar més calor. Aquesta temperatura sol estar uns graus per sobre de la d'inflamació.

El *punt d'autoignició* és la mínima temperatura a la qual s'ha d'escalfar el material combustible perquè, en contacte amb l'aire, cremi sense necessitat d'un focus extern de calor. La temperatura d'autoignició és molt més elevada que la d'inflamació.

2.3.2 Límits d'inflamabilitat

Abans un combustible s'inflama, aquest pateix un procés de formació de vapors i són aquest vapors que realment s'inflamen quan arriben al punt d'ignició i apliquem una font de calor.

Per produir-se la combustió els vapors d'un combustible prèviament mesclat amb aire, la concentració d'aquest han d'estar dins uns límits, anomenats límits d'inflamabilitat. Fora d'aquest límits la combustió no és possible.

El límit inferior d'inflamabilitat (LII) correspon a la mescla més pobre en combustible gas en aire atmosfèric que pot cremar. El límit superior d'inflamabilitat (LSI) és la mescla amb més proporció de combustible gas que pot cremar en presència d'aire atmosfèric.

Els límits d'inflamabilitat varien en funció del combustible. S'anomena mescla estequiomètrica a la proporció òptima de combustible i comburent per que es produeixi la combustió.

Per altra banda els vapors de combustible poden arribar a explotar si es troben en un lloc tancat. Així, de la mateixa forma, es defineixen els valors de LIE i LSE als valors mínims i màxim respectivament de mescla de combustible gas-oxigen atmosfèric que pot arribar a explotar. Els valors són molt semblants als dels LII i LSI i en molts casos idèntics.

2.3.3 Influència de la concentració d'oxigen

L'atmosfera en què es produeix la combustió pot estar afectada per deficiència o per excés d'oxigen. En qualsevol d'aquests casos, la combustió presentarà variacions.

Si es tracta d'un espai tancat, la combustió va exhaurint l'oxigen present i provoca combustions incompletes. En aquests casos, s'obtenen productes diferents, per exemple, s'obté monòxid de carboni i es forma un gran volum de fum. No obstant, en molts casos, una baixa concentració d'oxigen no porta a l'extinció del foc.

En altres ocasions, l'atmosfera pot ser rica en oxigen degut a fuites d'aquest gas o la presència d'altres comburents. L'excés d'oxigen amplia notablement els límits d'inflamabilitat i augmenta la velocitat de la combustió. Així, un aire amb un 24% d'oxigen dóna combustions el doble de ràpides que en l'aire normal. I si la concentració és del 40%, la velocitat es quadruplica.

Aquest comportament és fàcilment comprensible ja que el nitrogen, component majoritari en l'aire, en la immensa majoria de combustions no reacciona, però absorbeix part de la calor alliberada.

2.4 Productes i manifestacions de la combustió

La combustió origina productes químicament modificats, depenent del combustible i comburent reaccionant: gasos de combustió, fums i restes de productes. Per altre banda, la combustió es manifesta en forma de flames i calor.

2.4.1 Gasos de la combustió

La major part de combustibles contenen carboni, i al cremar-se desprenen diòxid de carboni (CO_2) si la concentració d'aire és suficient i la combustió completa. Però en cas de concentració baixa d'aire, produeix monòxid de carboni.

aquest dos, junt amb el vapor d'aigua són els gasos de combustió més abundants en els incendis, però hi ha una sèrie de compostos que es produeixen en els sinistres, com són: l'amoniac (NH_3), òxid de sofre (SO_2), clorur d'hidrogen o àcid clorhídric (HCl). Els tipus de gasos que es formen depen de varis factors, però principalment de la composició química del combustible, la quantitat d'oxigen disponible i la temperatura a la qual s'arriba. El nombre de defuncions en incendi per inhalació de gasos o aire calent és bastant més elevat que el total de morts degut a altres agents en conjunt. La toxicitat dels gasos depèn de la composició química, de la concentració, la duració de l'exposició i de l'estat físic de les persones. I a gasos que són corrosius i que també produeixen danys materials.

2.4.2 Flames

Si els gasos emesos durant la combustió són també combustibles, poden cremar donant lloc a les flames, que poden anar acompanyades per la radiació lluminosa.

La flama és una zona de gasos incandescent visible situada al voltant de la superfície del material en combustió. La flama no és res més que un gas en combustió, i si el combustible que crema és sòlid i líquid, la presència de la flama denota la emissió de gasos o vapors per efecte de calor.

La combustió completa de materials orgànics dona flames pràcticament incolores, i el color que ofereix en la majoria dels casos es degut a la presència de partícules sòlides, generalment carboni, que cremen. Segons el compost que es crema les flames són de diferent color, per exemple, sals de sodi donen una flama de color groc, el calci vermell, el coure verd; el potassi, violeta, etc.

En alguns casos es pot produir una combustió sense flama. La radiació lluminosa emesa en aquets casos es coneix com incandescència o brases. Aquesta radiació és de major longitud d'ona, ja que es troba en la zona del roig i del infraroig, i per tant de menor energia.

La exposició directa a la flama produeix cremades a les persones i danys materials, ja que les flames, per mitjà del calor que irradien, propaguen el foc.

2.4.3 Fum

El fum està format per petites partícules sòlides parcialment cremades i per vapor condensat, en suspensió en l'aire i en els gasos de combustió. El color, grandària i quantitat d'aquestes partícules determinen l'espessor del fum. També el vapor d'aigua condensat espessa el fum.

El principal perill del fum és que no permet la visió. El fum pot ocultar senyals, vies d'evacuació, donant lloc a confusió i pànic, i sobretot en zones desconegudes.

El fum afecta per irritació a les mucoses, en especial als ulls i les vies respiratòries, pel que contribueix a augmentar el pànic.

Quan la proporció de fum, aire calent i gasos és elevada, i per tant, la proporció d'oxigen és baixa, s'arriba a produir asfíxia, que pot conduir a la inconsciència, e inclús a la mort.

Efecte del fum i gasos

- són tòxics: el foc produeix nombrosos gasos tòxics, sent el més comú el monòxid de carboni (CO). Una persona exposada a concentracions de monòxid de carboni tan baixes com 1,3%, cau inconscient després de dos o tres respiracions, i probablement morirà en els propers un o tres minuts. Així mateix els gasos desplacen l'oxigen de l'edifici, per el que es fa necessari que els bombers utilitzin equips de respiració autònoma.
- Resta visibilitat. Les persones poden quedar atrapades en el fum sense trobar sortida.
- Transporten el calor. Creant a la part superior de l'estructura, si no hi ha ventilació, perill d'explosions per foc o explosions de fum.
- Inunden altres pisos. Si en el seu camí vertical ascendent, per l'ull d'escala o caixa d'ascensors, troben una o varies plantes obertes, el fum i els gasos poden inundar aquestes plantes, tot i estar lluny al foc.
- Produeixen pànic. El fum i els gasos boqueixen sortides i passos i poden provocar situacions de pànic per als ocupants de l'edifici.

- Produeixen danys material. El fum contamina les mercaderies, maquinàries i fa malbé el material i acabats dels edificis

2.5 Tipus de combustions

El procés de combustió experimenta variacions importants en funció de l'estat en què es trobi el combustible.

2.5.1 Segons l'estat del combustible

Combustió en líquids

Els líquids es vaporitzen abans de cremar. La combustió es produeix en fase gasosa quan la mescla entre el gas generat i l'aire està dins dels límits d'infamabilitat. Pels líquids es defineixen el punt d'inflamació com la temperatura mínima a l'atmosfera, a la qual el líquid proporciona prou vapor perquè mesclat amb l'oxigen de l'aire (comburent) pugui cremar en presència d'una flama o d'una guspira.

La pressió atmosfèrica influeix en el grau d'evaporació dels líquids i pot variar la temperatura en la qual el material s'inflama.

Els líquids polvoritzats presenten moltes més possibilitats de combustió, bàsicament degudes a la facilitat de propagació a grans distàncies, els converteixen en materials molts perillosos.

Combustió en gasos

Perquè la combustió tingui lloc és necessari que la mescla del gas amb l'aire estigui dins dels límits d'infamabilitat. Per a qualsevol gas, hi ha sempre un límit inferior però, per alguns gasos com l'acetilè, no hi ha límit superior ja que donen reaccions de descomposició en absència de l'aire.

En general, les mescles de gasos combustibles i aires són estables a pressió i a temperatura ambient, i requereixen d'un medi extern que proporcioni l'energia d'activació.

Quan la mescla gas-aire està en proporcions properes als límits d'infamabilitat, la reacció avança lentament a través de la mescla. La velocitat de reacció és molt elevada si la proporció combustible-comburent és similar a l'estequiomètrica.

Combustió de sòlids

En el cas dels sòlids, caldria distingir entre els sòlids massissos i els sòlids en pols.

Els sòlids massissos poden cremar de dues maneres. Una es la combustió directa del sòlid que es torna incandescent i crema sense formació de flames. La combustió només es produeix en la superfície del sòlid que està en contacte amb oxigen. La combustió incandescent es limita a materials porosos en els quals l'oxigen necessari es propaga pels porus del material. La reacció de combustió és més lenta, però com que aquests combustibles són mals conductors de la calor conserven una temperatura suficient en la zona de reacció per mantenir la combustió.

El cas més habitual de combustió de sòlids no correspon al cas anterior. Normalment, els combustibles sòlids, a partir d'una certa temperatura, emeten gasos inflamables. Aquests gasos poden ser deguts a un canvi d'estat d'una part del sòlid (cas de l'espelma) o una descomposició tèrmica del material (cas de la fusta). La combustió que té lloc és la dels gasos formats i va acompanyada de flames.

Per aquest procés de combustió també es podria considerar el punt d'inflamació com la temperatura mínima, a la superfície del sòlid, en la qual es genera prou quantitat de vapor perquè mesclat amb aire pugui inflamar-se.

El contingut d'humitat del sòlid influeix notablement en la possibilitat d'ignició i en la velocitat de combustió. Aquesta humitat consumeix bona part de la calor que arriba al material. A més, les grans quantitats de vapor d'aigua que es formen dilueixen l'oxigen que es troba prop del combustible, fent més lenta la formació de mescles combustibles.

Els sòlids en pols presenten un risc molt elevat degut, bàsicament, a una gran superfície de contacte del combustible amb el comburent, i a una gran facilitat per dispersar-se. En aquest materials, el risc és superior per les partícules de menys diàmetre, com per exemple la pols d'alumini.

2.5.2 Segons la velocitat de reacció

Les combustions també es poden classificar segons la velocitat de reacció. Quan es produeix una combustió, aquesta s'inicia en un lloc concret i es propaga més o menys ràpidament a la resta del combustible per l'anomenat front de flama, que és la zona que separa els gasos cremats dels gasos dels no cremats. En funció de la velocitat d'aquest front de flama (velocitat de propagació), es poden distingir quatre tipus de combustions:

Combustions lentes o d'oxidació

L'energia despresa es dissipa en el medi sense produir un augment local de temperatura apreciable. Són exemples, l'oxidació del ferro, envelliment del paper, etc.

Combustions simples

S'hi observa un augment considerable de temperatura però la velocitat del foc és inferior a 1m/s. Això passa en les combustions de paper, fusta, etc.

Combustions deflagants o deflagació

La velocitat de propagació del foc és superior a 1m/s. Es generen ones de pressió que es mantenen paral·leles entre si, sense discontinuïtat, generant efectes sonors anomenats flaixos.

Combustions detonants o detonacions

La velocitat de propagació del foc és superior a la del so (340m/s). En aquest cas, a diferència de les deflagacions, les ones de pressió generades pateixen discontinuïtats que provoquen l'aparició d'una ona de xoc.

La diferència entre combustió i una explosió és la velocitat en que es desenvolupa la reacció de combustió, amb un gran increment de temperatura i pressió.

Combustió sobtada generalitzada o "Flashover" és un fenomen que és important conèixer i tenir en compte en la protecció contra incendis en l'edificació. A continuació es descriu aquest fenomen:

2.5.3. Combustió sobtada generalitzada o "FLASHOVER"

La calor d'un foc en una habitació està limitat per les parets i pel sostre. La proximitat de les parets produeix un desenvolupament més ràpid de la capa de gasos calents al sostre així com la creació d'una capa molt més gruixuda. La figura 2.5.3.1 representa una habitació amb una porta. A l'habitació hi ha principalment dos objectes combustibles: un és el que crema en primer lloc i l'altre és el que crema en segon lloc. Inicialment, la capa del sostre és fina i es produeix una situació com si no hi haguessin parets. No obstant a mesura que els gasos arriben a les parets i no es pot propagar horitzontalment, la part inferior de la capa va baixant i va agafant un gruix uniforme. Els detectors de fum de l'habitació origen del foc responen abans d'aquesta fase de desenvolupament del foc.

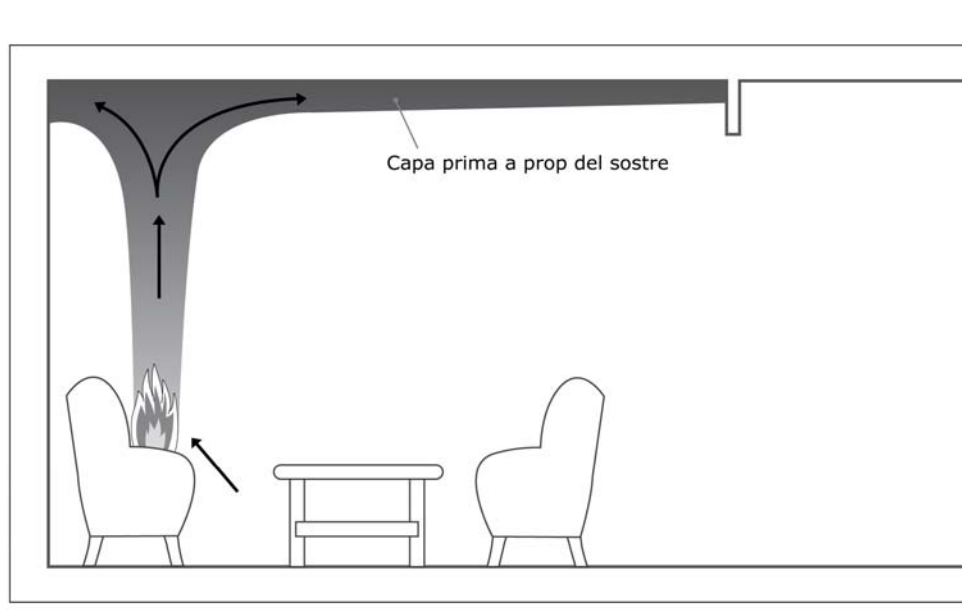


FIGURA 2.5.3.1. INICI DESENVOLUPAMENT DE L'INCENDI A UNA HABITACIÓ

Quan el nivell de fum arriba a la part superior de la porta, com es veu a la figura 2.5.3.2, comença a sortir de l'habitació. Si la quantitat de fum produït no supera la que surt, la capa del sostre no seguirà baixant. Si el foc augmenta de dimensions, la part inferior de la capa del sostre anirà baixant, la temperatura dels gasos i fums calents anirà augmentant i la calor radiant de la capa començarà a escalfar (fletxes grises de la figura) el combustible secundari que no havia cremat tal i com es veu a la figura 2.5.3.3. A la sortida de l'habitació es crea un esquema de corrent perfectament definit, amb els productes calents de la combustió sortint per dalt i l'aire fred entrant a l'habitació per sota de la capa de fum del sostre, representat per fletxes de direcció negres.

Al principi d'aquesta fase de la combustió existeix aire suficient per cremar tots els materials que es pirolitzen. Aquest fet s'anomena combustió depenent del combustible. A mesura que avança la combustió, l'aire disponible segueix sent suficient i el foc pot continuar propagant-se amb oxigen suficient. Normalment succeeix en habitacions o recintes amb una porta o finestra gran en comparació amb la superfície combustible que crema. En aquests casos, els gasos acumulats a la part superior de l'habitació, mentre estiguin calents tindran oxigen suficient i quantitats de combustible sense cremar relativament petites.

Si la quantitat d'aire existent a l'habitació, més la que pugui entrar a través del sistema de ventilació, l'aire condicionat o de les obertures, no és suficient per cremar tots els combustibles pirolitzats per el foc, aquest passarà de dependre del combustible a dependre de la ventilació. En aquesta situació, la capa de sostre conté productes de la combustió sense cremar, com vapors d'hidrocarburs, monòxid de carboni (molt perillós per a les persones) i sotge. En general, a la capa del sostre no hi haurà oxigen suficient per tal que cremin aquests materials. En ambdós casos, els gasos poden estar a una temperatura superior a la necessària per carbonitzar o pirolitzar els materials combustibles dels acabats que estan en contacte amb la capa calenta.

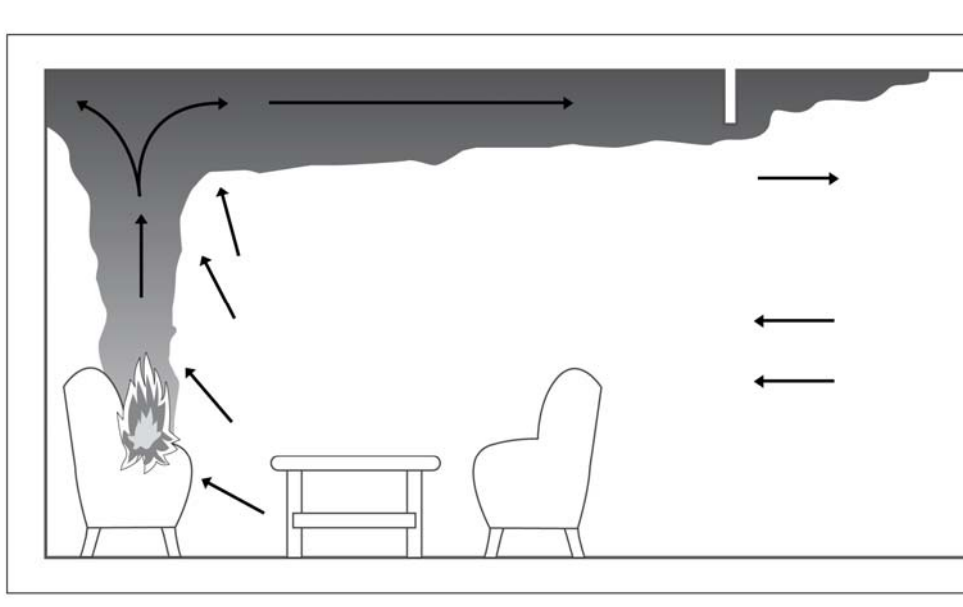


FIGURA 2.5.3.2. DESENVOLUPAMENT DE LA CAPA DE FUM AL SOSTRE

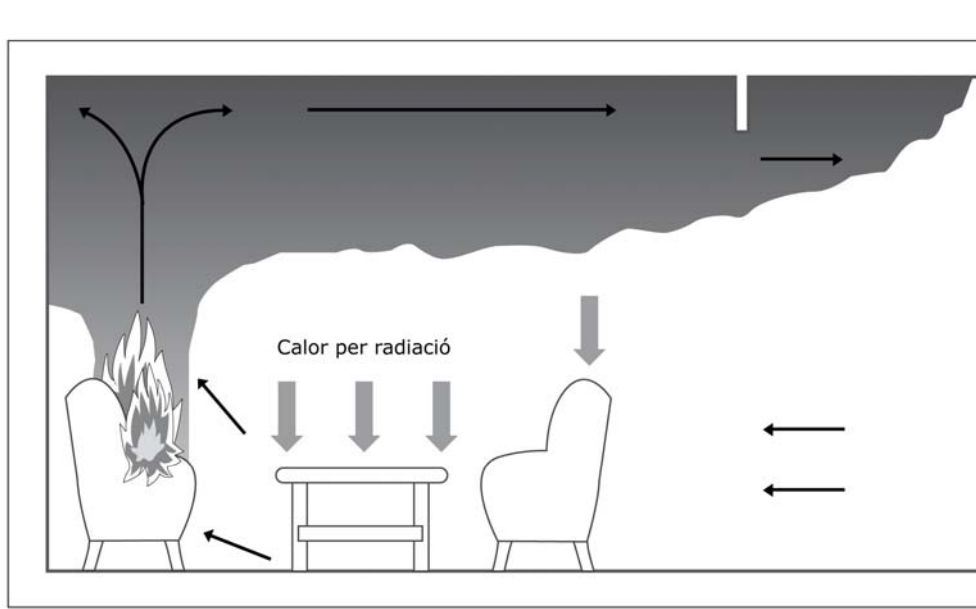


FIGURA 2.5.3.3. ESTAT PREVI A LA COMBUSTIÓ SOBTADA GENERALITZADA

Els ruixadors automàtics, segons el tipus, comencen a funcionar al principi d'aquesta fase o fins i tot durant la fase anterior de la combustió. Els ruixadors de resposta ràpida funcionen molt abans que els normals. Els detectors situats fora de l'habitació podran funcionar segons la seva posició i la capacitat del fum per propagar-se des del lloc de l'incendi fins al detector.

A mesura que l'incendi es desenvolupa i segueixi creixent, la temperatura dels gasos de la capa del sostre s'aproxima als 480 °C, augmentant la intensitat de la radiació cap als materials combustibles de l'habitació. La temperatura superficial d'aquests combustibles augmenta i es produeixen gasos de piròlisi que s'escalfen fins la temperatura d'ignició. Quan la temperatura de la capa superior s'aproxima a un 590 °C, els gasos de la piròlisi dels materials combustibles que es cremen al llarg de la part inferior de la capa del sostre. Aquest fenomen conegut com a "flashover" o combustió sobtada generalitzada, es mostra en la figura 2.5.3.4. Els termes "flames de sostre" i voletejar sovint s'utilitzen per descriure un estat en el qual les flames es propaguen només al llarg de la capa del sostre, sense afectar a la superfície dels combustibles secundaris. Les "flames de sostre" o voletejar només poden precedir a la combustió sobtada generalitzada, però això no vol dir que sempre es produeixi aquesta combustió violenta.

Les condicions de la combustió després d'una combustió sobtada generalitzada en una habitació són turbulentes i dinàmiques. Durant la combustió després d'una combustió sobtada generalitzada, la posició de la capa inferior del sostre, l'existència i dimensions de les flames en els combustibles que cremen poden variar entre les condicions mostrades a les Figures 2.5.3.4 i 2.5.3.5. Mentre que la combustió de terres sempre s'expandeix sota els combustibles secundaris o altres superfícies folrades.

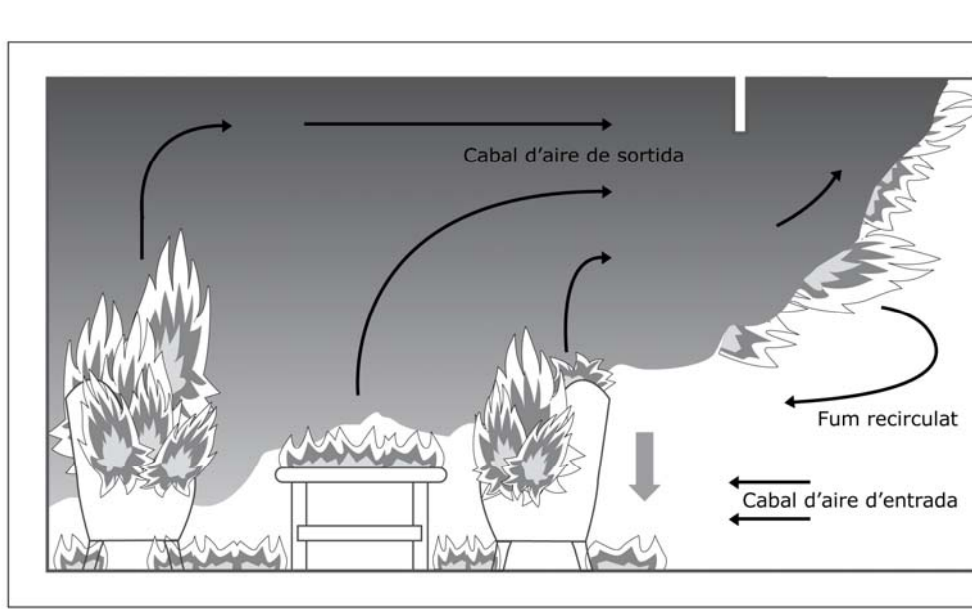


FIGURA 2.5.3.4. COMBUSTIÓ SOBTADA GENERALITZADA EN L'INCENDI D'UNA HABITACIÓ

La combustió sobtada generalitzada representa el pas d'un estat en el qual el foc està dominat per la combustió del primer element que ha cremat (i els objectes que hi hagi al voltant sotmesos a ignició directa, a un altre en el qual cremen tots els elements de l'habitació. És important donar-se compte del fet que la combustió sobtada generalitzada és un element desencadenant, no un esdeveniment final. Després de la combustió sobtada generalitzada es passa al que s'anomena implicació de tota l'habitació. L'inici de la combustió sobtada generalitzada es produeix quan la capa dels gasos calents arriba a nivells d'energia radiant (flux) dels combustibles que no han cremat.

Quan s'ha arribat a l'estat de combustió sobtada generalitzada, a la majoria dels casos es passa a la fase d'implicació de tota l'habitació, a no ser que s'hagi esgotat el combustible, l'oxigen, o que s'hagi extingit el foc. A la fase d'implicació de tota l'habitació, la capa calenta pot arribar al nivell del terra, però tant als assajos com en els focs reals s'ha vist que la capa calent no sempre arriba a aquest nivell (veure figura 2.5.3.5).

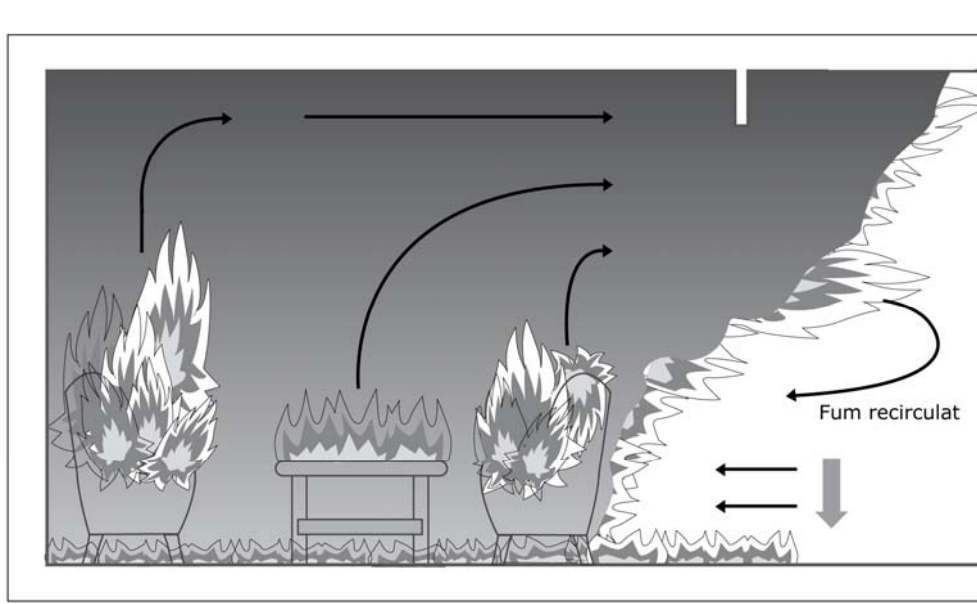


FIGURA 2.5.3.5. ESTAT POSTERIOR COMBUSTIÓ SOPTADA GENERALITZADA

En el moment de la combustió sobtada generalitzada, la porta de l'habitació és un obstacle a la quantitat d'aire per la combustió que hi ha dins de l'habitació i la majoria dels productes de la piròlisis cremen fora de la mateixa. Abans de la combustió sobtada generalitzada es produeix la fase de flames o voletejar al sostre, que no sempre dona lloc a la combustió generalitzada, sobre tot si és una habitació gran, de sostre alt o si la quantitat de combustible present és limitada.

La investigació amb assajos de foc en edificis residencials amb mobiliari modern, ha demostrat que des que comença a cremar el combustible fins la combustió sobtada generalitzada poden transcorre només 1,5 minuts, i altres vegades ni tant sols es produeix. L'alliberació de la calor en el cas d'una habitació en la qual s'ha produït la combustió sobtada generalitzada, pot ser de l'ordre dels 10.000kW (10 Megawats).

2.6 Mecanismes d'extinció

Observant la figura del tetraedre del foc es pot intuir quins poden ser els mecanismes d'extinció. En aquesta es representa els elements bàsics del foc, per tant tindrem prou amb eliminar una cara del tetraedre per trencar l'equilibri i extingir el foc.

Segons s'actui sobre un o altre element de les reaccions de la combustió representats en el tetraedre del foc, tenim diferents mecanismes extinció:

- Inanició: actua sobre el combustible.
- Sufocació: elimina o disminueix l'oxigen.
- Refredament: redueix la temperatura del combustible per sota el seu punt d'ignició.
- Inhibició: elimina la reacció en cadena.

Refredament

El foc s'extingeix per refredament del combustible. Les molècules de l'agent extintor absorbeixen energia calorífica, que es transforma en augment de temperatura i canvi d'estat (generalment, vaporització) o la rotura d'enllaços químics entre els seus àtoms. Al rebaixar la temperatura no permet arribar a la temperatura d'activació de la reacció entre combustible i comburent o elimina la formació de vapors combustibles.

Inanició

Donat que el foc és una combustió del combustible, una de les formes d'eliminar-lo és separant-lo físicament, allunyant el foc de la resta de materials combustibles o dividint el combustible que crema en trossos més petits. Els exemples més comuns d'aquest mecanisme són el tall de subministra de líquid o gas combustible tancant la vàlvula d'alimentació, o la retirada del combustible que encara no estigui afectat per el foc.

Sufocació

Es tracte d'interposar una barrera física entre el combustible (o els vapors despresos per aquest durant la combustió) i el comburent, evitant el contacte entre els dos. En aquelles combustions que es desprèn oxigen no resulta efectiu. Uns exemples d'aquest mecanismes d'extinció és l'aplicació de mantes, la projecció de capes d'escuma o qualsevol mètode de confinament del foc.

Inhibició

El foc s'extingeix per inhibició desactivant químicament (enllaç químic) els radicals lliures entremetjats i per desactivació física interposant molècules de l'agent extintor entre les espècies reactives. Els dos efectes provoquen la no continuïtat de la reacció en cadena. Per exemple, els halons són productes que tenen la capacitat d'inhibir la flama, és a dir, de destruir les reaccions en cadena responsables del manteniment de la combustió. La pols química també actua d'aquesta manera.

Qualsevol mètode d'extinció pot incloure un o més mecanisme d'extinció, però sempre hi haurà un que serà bàsic principal per l'extinció.

2.7 Agents extintors

El foc es pot extingir mitjançant una gran varietat d'agents i mètodes. Una classificació bastant encertada dels agents es a partir de l'estat físic en que es troben.

Gasosos:

- Diòxid de carboni o CO₂
- Halons
- Nitrogen
- Barreges de casos

Líquids:

- Aigua
- Escuma física

Sòlids:

- Pols química
- Espacials per a metalls

2.7.1. Agents extintors gasosos

Són aquells que es fan servir en fase gas. Comentarem una mica les propietats de cadascun d'ells i les seves propietats extintores.

2.7.1.1. Diòxid de carboni o CO₂

A temperatura ambient és un gas incolor, inodor i insípid.

Es liqua fàcilment mitjançant compressió i refredament, emmagatzemant-se en ampolles com a gas liquat per sota dels 31º C. La descàrrega típica del CO₂ líquid té una aparença de núvol blanc, degut a les partícules finament dividides de gel sec transportades amb el vapor, d'aquí el nom que també se li dona de neu carbònica (aquest fenomen és degut a la solidificació de part del diòxid de carboni per l'expansió que es produeix en la descàrrega). Aquesta neu es troba a molt baixa temperatura (-79º C) i es sublima ràpidament. Degut a la baixa temperatura, també pot condensar vapor d'aigua de l'atmosfera.

Propietats extintores

El diòxid de carboni té una sèrie de propietats que el converteixen en un agent útil per a l'extinció d'incendis. No és combustible, no reacciona amb la major part de les substàncies i ell mateix es proporciona la pressió per descarregar-se del recipient en el que estigui contingut. Al ser un gas, pot penetrar i repartir-se per les zones de l'àrea incendiada. En la forma de gas o com un sòlid finament dividit anomenat gel o neu seca, no condueix l'electricitat. A més, no és tòxic ni corrosiu (encara que pot produir la pèrdua del coneixement i inclòs la mort per ofegament al desplaçar l'oxigen atmosfèric per sota del 14%), no deixa residus i no produeix danys a les instal·lacions o bens afectats per la seva utilització.

Mètode d'extinció

L'efectivitat del diòxid de carboni com agent extintor es deu principalment a que redueix el contingut d'oxigen a l'atmosfera per sota del valor necessari perquè la combustió tingui lloc, es a dir, per sufocació.

Per altre banda, l'expansió del líquid al convertir-se en gas i la presència de partícules sòlides a baixa temperatura, produeix un petit efecte refrigerant, encara que no és l'efecte extintor determinant.

Aplicació

És especialment indicat per a focs de la classe B (líquids) i en focs que es trobin sotmesos a tensió elèctrica. També es pot utilitzar, encara que no és tan efectiu, en focs de la classe A (sòlids) i C (gasos).

S'utilitzen dos mètodes bàsicament per l'aplicació del CO₂: el mètode d'inundació total (descàrrega d'una determinada quantitat d'agent en un lloc tancat) i el d'aplicació local (descarregant directament l'agent sobre el material en combustió). En el primer cas, es disposa d'una instal·lació fixa i es troba generalment en instal·lacions industrials, i el segon cas, es desenvolupa mitjançant la utilització d'extintors portàtils.

Limitacions o inconvenients

Els focs amb brases (classe A) i en superfícies molt calentes, poden reincidir la combustió un cop s'ha dissipat el diòxid de carboni degut a la seva baixa capacitat de refredament.

També és poc apte en exteriors o en llocs amb grans corrents d'aire, donat que la sufocació per dilució de l'oxigen present resulta pràcticament impossible.

No és apte per a focs de metalls (classe D) donat que l'alta temperatura dels mateixos descomposa el CO₂ en carboni i oxigen reactivant la combustió (aportació d'oxigen). Tampoc és apte en equips electrònics donat que les baixes temperatures assolides en la seva descàrrega pot danyar l'equip.

Recordar que encara que el CO₂ no és tòxic, una concentració d'aquest superior al 9%, pot deixar inconscient a una persona en poc temps i una concentració superior pot provocar fins i tot la mort per asfíxia. Donat que normalment en una extinció amb aquest agent, la concentració és molt superior al 9%, s'han de prendre les mesures de seguretat adequades en totes les extincions amb diòxid de carboni. El gel sec que es produeix a la descàrrega, pot produir cremades per congelació degut a la baixa temperatura que assoleix.

2.7.1.2. Prohibició legal dels halons 1301 – 1211 i similars

Els halons son compostos derivats d'un hidrocarbur (generalment metà i età), en el que s'han substituït un o més àtoms d'hidrogen per halògens (fluor, clor, brom o iode), canviant totalment les seves propietats físiques i químiques, passant de ser gasos inflamables a ser agents extintors. Tenen la capacitat d'extingir el foc per mitjà de la captura dels radicals lliures que es generen en la combustió.

Els halons més utilitzats anteriorment eren:

- Halo 1211: Difluormonoclorbrom metà (CF₂BrCl)
- Halo 1301: Trifluormonobrom metà (CF₃Br)

De conformitat amb l'article 4 del Reglament de la CE 2037/2000 del Parlament Europeu i del Consell de 29 de juny de 200, sobre substàncies que esgoten la capa d'ozó, els sistemes fixos de protecció contra incendis i els extintors manuals que continguin halons que afectin la capa d'ozó de l'atmosfera, es van haver de retirar abans de finals de 2003.

Posteriorment i com alternativa al Haló 1301 i similars, s'han desenvolupat bases extintores amb potencial de la capa d'ozó igual a zero (ODP=0), sent els més utilitzats els HFC (hidrofluorcarbonats)

2.7.1.3. Nitrogen

El nitrogen s'ha utilitzat en moltes aplicacions, principalment en instal·lacions de supressió d'incendis en avions (compartiments de càrrega, trens d'aterratge i ales d'avions civils i militars). La seva extinció es basa, a l'igual que en el cas del diòxid de carboni, en la sufocació, es a dir, dilució de l'oxigen atmosfèric present per sota dels nivells òptims que permeten la combustió. És un gas inert (no és tòxic) però que pot provocar fins i tot la mort per asfixia donat que es produeix, a l'etapa extintora, una disminució de la concentració de l'oxigen.

2.7.1.4. Mescles de gasos

Actualment, i com agents substitutoris dels halons, s'estan estudiant i/o comercialitzant diverses mescles de gasos, fonamentalment nitrogen, argó i diòxid de carboni.

Gasos inerts

Constitueixen una alternativa important i son productes que no afecten al medi. Estan format per gasos que no intervenen en la reacció de combustió i que es descarreguen en un temps més alt que els halons, desplaçant el O₂ a nivells respirables, no suficient per a mantenir la combustió. La EPA i la NFPA han posat com a límit que en àrees ocupades per persones la concentració de disseny ha d'assegurar que la concentració d'oxigen sigui com a mínim del 10%. Com avantatges a destacar, no son conductors de l'electricitat, el seu efecte hivernacle és nul i el seu poder destructor de l'ozó és zero. Exemples d'aquest son:

- IG-01: argó (nom comercial Argotec o Argonfire)
- IG-55: 50% Nitrogen + 50% Argó (nom comercial Argonite)
- IG-100: Nitrogen (nom comercial NN100)
- IG-541: 52% Nitrogen + 40% Argó + 8% Diòxid de carboni (nom comercial Inergen)

2.7.2. Agents extintors líquids

Són aquells agents extintors que s'utilitzen en fase líquida.

2.7.2.1. L'aigua

L'aigua és l'agent extintor més conegut i utilitzat, fonamentalment per la seva abundància natural, pel seu baix preu, per la seva disponibilitat (existència abundant de xarxes i hidrants a peu de foc) i per les seves característiques físico-químiques especials que la fan extraordinàriament útils en la lluita contra incendis de tot tipus en general (amb les limitacions que ja comentarem) i perquè es inert.

És un líquid pesat (1 l = 1 Kg) de gran estabilitat a temperatura ambient, incolor, inodor i insípid. Cada molècula d'aigua consisteix en un àtom d'oxigen i dos àtoms d'hidrogen, essent la seva fórmula química H₂O. El fet que la seva molècula presenti una diferència de càrrega i, per tant, una polaritat (la càrrega negativa es situa sobre l'oxigen i la càrrega positiva sobre els dos hidrògens), li confereix un tipus d'enllaç significatiu (i que no es dona en altres molècules semblants) que proporciona a l'aigua aquestes característiques de que parlàvem.

Propietats extintores

La propietat més important de l'aigua com a medi extintor, és la seva capacitat per absorbir calor:

- Per una banda, la seva calor específica (o capacitat calorífica) elevada (major que la de qualsevol tipus de substància que podem trobar a la natura) que ens dona la quantitat de calor que absorbeix l'aigua per elevar la seva temperatura (per exemple, un gram d'aigua necessita una caloria per augmentar la seva temperatura un °C)
- Per altre banda, i molt més important, el seu elevat calor latent de vaporització, que es defineix com el calor necessari (o calor absorbit) per passar un gram d'aigua a 100°C de la fase líquida a la fase gas (o vapor) i que equival a 540 calories.

Un altre propietat important en la seva capacitat és la gran quantitat de vapor d'aigua que genera quan passa de la fase líquida a la fase gas (1 litre d'aigua proporciona 1.700 litres de vapor d'aigua a 100°C que desplacen un volum igual de l'aire que envolta l'incendi i disminuint per tant l'oxigen disponible per a mantenir la combustió) degut a la estabilitat de l'enllaç atòmic de la molècula d'aigua.

Mètodes d'extinció

El principal mètode d'extinció de l'aigua es per refredament. L'aigua, especialment en el seu pas de líquid a gas, absorbeix una gran quantitat de calor de l'incendi degut a la seva elevada calor latent de vaporització (també absorbeix calor en estat líquid per elevar la seva temperatura fins a 100°C, però la quantitat és molt menor), fent que la temperatura del combustible baixi per sota del seu punt d'inflamació i la combustió finalitzi.

L'aplicació ideal és aquella on l'aigua absorbeix la màxima quantitat de calor, és a dir, quan aquesta es converteix en fase gas o vapor (calor latent de vaporització elevada) i, donat que aquest és un fenomen bàsicament superficial (la velocitat de transferència de calor és proporcional a la superfície d'aigua exposada), això es produeix amb més facilitat quan es troba en forma de gotes (és a dir, en forma polvoritzada) que quan es llença a broll.

Aplicació

L'aigua s'aplica normalment a l'extinció de focs de la classe A (sòlids) i focs de la classe B (líquids inflamables) amb certes limitacions.

A més a més, l'aigua s'utilitza per refredar les zones annexes a l'incendi i per humitejar possibles combustibles que poguessin entrar en combustió per trobar-se a prop d'ell.

Limitacions o inconvenients

Una de les principals limitacions de l'aigua és que aquesta, en el seu estat natural (degut bàsicament al contingut de certes impureses), és una gran conductora del corrent elèctric.

Comentaris

Inclòs amb les seves limitacions, l'aigua seguirà sent l'extintor universal per excel·lència. Encara que la seva utilització es trobi limitada en segons quines situacions, servirà per refredar els voltants de l'incendi i els recipients o superfícies afectats pel foc (sense incidir directament sobre la substància si així se'ns recomana), per protegir-nos de la radiació i en casos de deflagracions, back-draft, etc. També per controlar fuites o abatre gasos que podrien provocar un incendi.

2.7.2.1. Escumes

L'escuma no és més que un conjunt de bombolles plenes de gas o aire produïdes a partir de dissolucions aquoses d'agents escumants líquids especialment formulats, essent la seva densitat inferior a la del més lleuger dels líquids inflamables. El gas normalment utilitzat és aire, però en certes aplicacions es pot tractar d'un gas inert.

Algunes escumes són denses i viscoses, creant una forta capa resistent a la calor sobre les superfícies dels líquids en combustió i sobre les superfícies verticals. Altres són més lleugeres i s'estenen amb rapidesa. Altres poden aconseguir una capa segellant dels vapors produïts per la superfície del líquid i altres (escumes de mitja i alta expansió) simplement utilitzar-se com a bombolles de gas humit, per a grans volums, inundació de superfícies i omplert de grans espais.

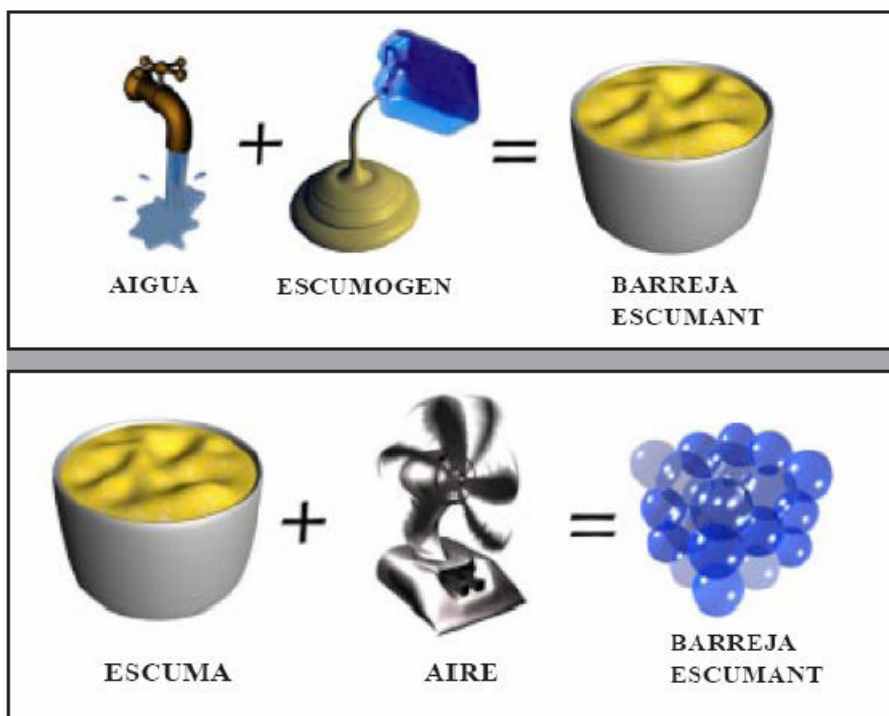


FIGURA 2.7.2.2 PRODUCCIÓ D'ESCUMES EXTINTORES

L'escumogen és el producte líquid que dissolt en aigua en la proporció adient, és capaç de produir una escuma per incorporació d'aire o un altre gas, d'utilitat per a l'extinció d'incendis. És l'emulsor que porten les garrafes de 25 litres dins dels vehicles. L'escumant és la barreja que s'obté mitjançant L'escumogen i l'aigua amb els premescladors, veure figura 2.7.2.2.

El coeficient d'expansió o expansió és la relació entre el volum final de l'escuma obtinguda i el volum original de l'escumant que la produeix. Depèn de l'escumògen i de l'equip utilitzat per a generar l'escuma. Si una escuma té un índex 10 vol dir que per cada litre d'escumant obtindrà 10 litres d'escuma. A major coeficient d'expansió, major tamany de bombolla.

La concentració d'escumògen o dosificació és la proporció d'escumògen a la mescla. Sol estar entre el 3 i el 6 %.

Des del punt de vista de la seva generació, les escumes es poden classificar en:

- Escuma química: S'obté per reacció de dos solucions, una àcida i una altre alcalina, normalment de sulfat d'alumini i bicarbonat sòdic. En la reacció es produeix CO₂ que impulsa a les bombolles d'escuma. Pràcticament estan en

desús perquè ocasionen efectes corrosius sobre els equips o productes que s'apliquen.

- Escuma física: S'obté per la barreja d'un agent escumògen concentrat amb aigua, en una concentració adient, que dona origen a l'escumant, el qual, incorporant-l'hi aire per mitjans mecànics, produeix l'escuma. Segons el coeficient d'expansió que s'aconsegueix, les escumes es poden classificar en:
 - > Escumes de baixa expansió: Són aquelles que tenen el coeficient d'expansió menor de 20, trobant-se els valors normals compresos entre 7 i 9. Són escumes bastant denses, amb un elevat contingut en aigua.
 - > Escumes de mitja expansió: L'índex o coeficient d'expansió és comprés entre 20 i 200, tenint valors normals de 50 a 100. Amb elles es pot obtenir un important volum d'escuma amb poc líquid escumant i permet cobrir molt ràpidament grans superfícies o inundar petits recintes. Són encara suficient denses per a ser utilitzades a la intempèrie.
 - > Escumes d'alta expansió: El seu coeficient d'expansió és superior a 200 i són compreses en valor entre 500 i 1000. És tracta d'escumes molt lleugeres que permeten omplir ràpidament grans espais.

Aquestes diferències en els nivells d'expansió s'aconsegueixen o bé utilitzant escumògens amb característiques i propietats d'expansió diferents o bé diferents equips generadors d'escuma (llances). En el mercat tenim escumògens multiexpansió, que poden utilitzar per aconseguir indistintament tant escumes de baixa, mitja, com alta expansió.

Els escumògens es classifiquen en funció de la seva composició química en:

- Formadors de pel·lícula (AFFF): aquestes escumes formen una capa aquosa que sura sobre el líquid inflamable impedit la seva evaporació i el contacte amb l'oxigen de l'aire.
- Antialcohol o AR (alcohol resistant), per a líquids polars, és a dir, que són solubles en aigua (alcohols, acetones, èters, etc.).
- Proteínics
- Fluoroproteínics
- Sintètics
- Fluorosintètics

Propietats extintores

Les escumes són especialment útils quan es necessita un agent extintor lleuger, compacte, sufocant i refredant. No són tòxiques i sí, en general, biodegradables. S'eliminen fàcilment, no tenen efectes perjudicials, generalment, sobre els productes amb els que es troba en contacte i es poden aplicar en grans extensions i en exteriors. Tampoc són corrosives. Un cop han eliminat el foc, no permeten la reignició del combustible durant un cert espai de temps que és funció de l'estabilitat i gruix de la capa d'escuma (segellament).

A més, degut a la seva base aquosa, té algunes propietats similars a l'aigua, com és la capacitat d'absorbir la calor.

A més de la capacitat d'extinció, l'escuma, es pot utilitzar per a detenir la generació de vapors inflamables de sòlids o líquids que no estiguin en combustió i omplir o inundar cavitats o espais fins i tot força amplis (soterranis, bodegues de vaixells, etc.).

Efecte extintor

El mètode d'extinció que utilitza qualsevol tipus d'escuma és la sufocació per formació d'una capa sobre la superfície del combustible (degut a que presenta una densitat inferior a qualsevol líquid) que aïlla aquest de l'oxigen atmosfèric, eliminat per tant el comburent de combustió. Aquesta capacitat extintora no sols és efectiva quan s'ha produït la combustió sinó que, com ja hem comentat abans, es pot utilitzar per detenir la generació de vapors inflamables a partir de sòlids o líquids (i per tant, la possible ignició d'aquests si contacten amb una font de calor) i per inundar espais on és difícil o impossible atacar l'incendi amb altres mitjans detenint la convecció que es genera i l'aportació d'oxigen per a la combustió.

Degut a l'aigua que presenta l'escuma, també té un efecte de refredament, disminuint la temperatura del combustible per sota del punt d'ignició.

Resumint, com que l'escuma és més lleugera que els líquids inflamables o combustibles, sura sobre aquests, produint una capa continua de material aquós que desplaça l'aire, refreda i impedeix les fuites de vapor amb la finalitat d'aturar o prevenir la combustió.

Aplicació

Dins dels agents extintors, les escumes tenen un lloc privilegiat en l'extinció dels focs de tipus B (líquids inflamables).

Limitacions i inconvenients

La limitació principal en l'ús de l'escuma és la utilització correcta del tipus d'escuma en funció del tipus de foc a extingir. Per altre banda, degut a la presència d'aigua a la seva composició, les escumes són conductores del corrent elèctric i, per tant, no aptes en focs amb presència de tensió elèctrica. És menys conductora de forma polvoritzada que a broll. A més, degut al additiu que porta, és més conductora que l'aigua.

També degut a l'aigua que contenen, produeixen danys importants, especialment les de baixa i mitja expansió. Tampoc, pel mateix motiu, no són aptes en els focs de metalls o els focs que involucren substàncies que reaccionen amb l'aigua.

A més, donat que l'escuma és una emulsió inestable d'aigua i aire, es pot dissoldre fàcilment per forces físiques i mecàniques, com pot ser un broll d'aigua aplicat amb una mànega o la mateixa aigua solament. Alguns vapors o fluids químics també poden destruir-la, per això pot passar una destrucció greu de l'escuma (segons quin tipus d'escuma) quan s'utilitza en conjunt amb altres tipus d'agents extintors (segons quin agent extintor). Les turbulències de l'aire o l'ascens violent dels gasos de combustió procedents de l'incendi poden desviar també l'escuma de la zona de combustió.

L'escuma pot trencar-se i vaporitzar el seu contingut d'aigua per l'acció de la calor i les flames. Per tant, s'ha d'aplicar en volum i velocitat suficient per compensar aquesta pèrdua d'aigua, aplicant una quantitat addicional per a garantir una capa d'escuma residual sobre el líquid extingit, per a prevenir una reignició posterior.

Comentaris

Recordar que l'ús de les escumes és extraordinàriament útil quan tenim vessaments de productes inflamables donat que formen una capa que impedeix l'emissió de vapors inflamables cap a l'atmosfera i que aquests es puguin inflamar.

2.7.3. Agents extintors sòlids

Són aquells agents extintors que s'utilitzen en forma sòlida (o que es troben en forma sòlida). Bàsicament tenim dos tipus: la pols química i la pols especial per a metalls combustibles.

2.7.3.1. Pols química

Com el seu nom indica, són mescles de pols constituïdes bàsicament per sals metàl·liques amb alguns additius que milloren la seva estabilitat i fluïdesa així com per a millorar la seva capacitat d'emmagatzematge.

Hi han bàsicament cinc tipus d'aquests agents: bicarbonat sòdic, bicarbonat potàssic, clorur potàssic, bicarbonat de urea-potassi i fosfat monoamònic o diamònic.

Propietats extintores

Un dels principals avantatges com a agents extintors és que no són conductores de l'electricitat, per la qual cosa són aplicables sobre focs sotmesos a tensió. Són extraordinàriament ràpides en l'extinció quan es llencen directament a sobre de l'àrea afectada. A més, no són tòxiques (tanmateix, el seu ús en grans quantitats pot produir dificultats respiratòries al produir-se una atmosfera de pols important).

Finalment, destacarem que degut al seu petit tamany de partícula, són extraordinàriament penetrants, a més que és una propietat definitiva sobre la capacitat extintora d'aquesta i requereix un control acurat per impedir que les partícules excedeixin el límit màxim o mínim del seu camp d'eficàcia.

Efectes extintors

Encara que la sufocació, el refredament i l'obstrucció de la radiació contribueixen a l'eficàcia d'aquests productes, és la inhibició de la flama impedit la reacció en cadena el principal efecte extintor d'aquestes pols químiques.

Recordar que a la teoria del foc o combustió anomenàvem un quart factor del tetràedre del foc que era necessari perquè la combustió es mantingués: la reacció en cadena. Aquestes reaccions en cadena implicaven unes espècies anomenades radicals lliures que havien de reaccionar entre sí per a mantenir la combustió; les partícules de pols impedeixen la combinació d'aquests radicals i la combustió es para per falta de la reacció en cadena.

A més, les partícules de la pols química absorbeixen calor en el seu procés d'extinció (per a ser químicament actives) i formen una pantalla de pols que s'interposa entre el combustible i la flama, obstruint la radiació.

Aplicació

Primer hauríem de distingir entre la pols química seca, normal o ordinària o pols BC (a base de bicarbonat de sodi, bicarbonat de potassi, clorur potàssic o bicarbonat d'urea-potassi), i la pols química polivalent (a base de fosfat monoamònic o diàmonic) o pols ABC.

La pols BC, com el seu nom indica, es pot fer servir i és molt útil en focs de la classe B (líquids inflamables) i de la classe C (gasos inflamables), a més, com qualsevol tipus de pols química, es pot fer servir en focs en què hi hagi tensió elèctrica. En el cas d'utilitzar-

se en focs que generin brases (classe A) o quan el foc profunditza per a sota de la superfície, s'ha d'utilitzar també aigua com a agent extintor suplementari.

La pols ABC o polivalent, es pot utilitzar en focs de líquids inflamables (classe B), en focs de gasos inflamables (classe C), en focs sotmesos a tensió elèctrica i també en incendis de materials combustibles ordinaris de la classe A(sòlids inflamables). La pols química polivalent gairebé no necessita d'aigua per completar l'extinció en focs de la classe A degut a la capa enganxosa que forma sobre les superfícies dels sòlids.

Per altre banda, els dos sistemes bàsics d'aplicació de la pols química són les instal·lacions fixes (d'aplicació total o local) i les manuals de mànega. Altres mètodes d'aplicació són els extintors portàtils i els extintors sobre rodes.

Limitacions i inconvenients

No són aplicables en instal·lacions on hi hagin equips elèctric o electrònics delicats (ordinadors, relés, centrals telefòniques,...) donat que les propietats aïllants de les pols podrien danyar l'operativitat d'aquests.

La pols química no produeix una atmosfera inert duradora sobre la superfície inflamada, de manera que es pot produir la reignició de l'incendi si s'atura l'aportació. Igualment no és útil en el cas de que existeixin fonts de reignició a prop.

Per altre banda, degut a l'atmosfera de pols que es produeix, hi ha una pèrdua de visió del foc així com una possibilitat d'asfíxia per aquesta pols i pel desplaçament de l'oxigen que es produeix (especialment en llocs tancats).

2.7.3.2. Pols química especial

Són aquells productes de tipus sòlids utilitzats en l'extinció de metalls combustibles com el magnesi, l'alumini, el sodi, aliatges de sodi-potassi, etc. Són especials pels focs de classe D.

Entre els riscos existents en les operacions de control o extinció de focs de metalls es troben les temperatures extremadament altes, explosions de vapor, explosions d'hidrogen, combustió de productes tòxics, reaccions explosives amb els agents comuns, descomposició d'alguns agents extintors amb alliberació de vapors combustibles o productes de combustió i, en certs materials de tipus nuclear, perill d'irradiació.

En alguns incendis de metalls combustibles no s'ha de realitzar l'extinció sense protecció respiratòria, altres no precisen protecció d'aquest tipus i d'altres sols es poden atacar amb instal·lacions fixes.

S'han desenvolupat un elevat nombre d'agents per a extingir els focs de la classe D (metalls combustibles), però no necessàriament qualsevol d'ells controla o extingeix tots els focs de metalls: alguns són efectius per diversos tipus de metalls i d'altres únicament amb un determinat tipus.

El correcte control i extinció dels focs de metalls depèn del mètode d'aplicació i de l'experiència i entrenament de l'usuari. El control de l'incendi o la seva extinció resultarà difícil si el metall en combustió es troba en una posició en la que l'agent extintor no es pot aplicar de la forma més efectiva.

Hi ha diversos agents extintors per a metalls que han estat sotmesos a assaigs d'entitats per a la seva aprovació o homologació:

- Pols Met-L-X: aquesta pols és adequada per a incendis en els que hi ha involucrats metalls com el magnesi, el sodi, el potassi, i aliatges de sodi-potassi (NaK).
- Pols Na-X: aquesta pols, gràcies al seu baix contingut o la total absència de clorurs, és indicada per a combatre els incendis de sodi metàl·lic.

- Pols G-1 i Metal Guard: la pols G-1 està composta per coque de foneria, grafitat i garbellat, al que se li afegeix un fosfat orgànic. Es fa servir una combinació de partícules de diferents mides per a aconseguir bones característiques aglomerants quant s'aplica als metalls incendiats. La pols Metal Guard té exactament la mateixa composició que la G-1, però és un altre nom comercial.

03. MARC NORMATIU QUE REGULA LA PROTECCIÓ D'INCENDIS A L'EDIFICACIÓ

3.1. Antecedents

El foc és una força, des de la formació i evolució de la terra, útil pel seu desprendiment de llum i calor, o bé, una força destructora amb capacitat de cremar tot el que trobi en el seu camí.

Per l'ésser humà el foc és, al mateix temps, amic i enemic, ha treballat per obtenir els màxims beneficis de les seves propietats i ha lluitat contra les seves manifestacions destructives.

3.1.1 Primeres organitzacions contra incendis

3.1.1.1 inventat

A moltes civilitzacions antigues hi havia sistemes de prevenció d'incendis més o menys rudimentaris. Aquests sistemes van aparèixer al mateix temps que és desenvolupaven les primeres aglomeracions urbanes, ja que un incendi en una ciutat sempre podia tenir conseqüències molt més greus.

Així les civilitzacions egípcies o gregues van reglamentar ordenances preventives de forma paral·lela a uns costums, religions o filosofia en els quals el foc tenia una importància notable.

Va ser a Roma, la metròpoli més gran de l'antiguitat, on va existir l'organització més perfeccionada per a la prevenció i extinció d'incendis. Existien uns guàrdies nocturns (com a Egipte, Grècia i altres civilitzacions antigues) amb la missió de fer rondes i donar l'alarma en cas de produir-se un incendi. Aquests guàrdies sovint eren esclaus i estaven a les ordres d'un magistrat, *el Tresvire Nocturni*, que més endavant es va convertir en un edil especialitzat, *el Incendiorum extinguendorum*.

Durant el regnat de Cèsar August (27 al 14 aC), un greu incendi a Roma va ser decisiu per crear els anomenats "*corps of vigiles*" que es podria dir que va ser el primer cos de bombers mundial de caràcter municipal. Era el primer grup especial per a la lluita contra incendis. Aquesta organització es dotà d'una verdadera infraestructura: casernes a cada sector de la ciutat, utilitatge, jerarquia militar, etc. La major part dels *vigiles* continuaven essent esclaus però, per mitjà de la *lex Visellia* de l'any 24 dC, es podia accedir al dret de ciutadania romana després de sis anys de servei en el cos. L'utilitatge que utilitzaven constava d'escales, galledes de corda teixida, garfis, destrals, estores, esponges i altres materials de menor importància. També utilitzaven bombes hidràuliques que quedaven a càrrec dels *siphonarii*, el bomber.

Els romans també decretaren unes ordenances preventives contra el foc que tots els ciutadans havien de seguir. Entre aquestes destacava l'obligatorietat de tenir a tots els edificis unes grans gerres amb aigua sempre plenes i a punt de ser utilitzades en cas d'incendi.

Aquestes disposicions, pensades en un principi per la ciutat de Roma, s'estengueren a moltes parts de l'imperi, sobretot en aquelles províncies on hi havia ciutats importants. Així a Tarraco (actual Tarragona) el segle 1 dC també es va formar un cos de *vigiles* seguint el model de Roma, però no tan ben dotat.

La decadència de Roma va comportar la gradual desaparició d'aquestes organitzacions i ordenances de defensa contra el foc.

Tant al llarg de l'edat mitjana com bona part de l'edat moderna no hi ha notícies d'organitzacions específiques de la lluita contra el foc, excepte les voluntàries que reunien paletes, fusters i manyans de cada ciutat. Eren els professionals que es consideraven més ben preparats i amb més coneixements per poder extingir el foc.

3.1.2 Orígens de la regulació contra el foc

Des de fa molts segles l'home s'organitza i es prepara per combatre el foc de diferents formes i mitjans. Però no és fins l'any 1189, després d'un devastador incendi que el primer alcalde de Londres implantà una ordenança on s'establia que a partir d'aquell moment, les noves edificacions haurien de tenir parets de pedra i cobertes de pissarra en substitució dels cobertes de palla.

Al 1566, l'Ajuntament de Manchester (EEUU) publicà una ordenança que tractava la seguretat en l'emmagatzematge de combustible, el que seria el primer decret en matèria de prevenció en referència directa als edificis industrials.

Al 1583 el Parlament Anglès va prohibir als fabricants d'espelmes fondre el greix a l'interior dels habitatges, el que constitueix la primera actuació estatal europea en quan a les regulacions i reglamentacions de la protecció contra incendis.

Sobre el 1647, era obligatori tractar les xemeneies de fusta amb revestiments interiors a base de conglomerats resistents al foc. Després del Gran incendi de Londres del 1666, on es van cremar més 13.000 cases i 87 esglésies, s'adoptà un codi complet de regulacions sobre edificis, que en part es la base de la regulació actual. Per a la reconstrucció de la ciutat, els edificis s'aixecaren amb pedra i maons.

Els incendis més importants d'aquella època sempre han passat quan hi havia alguna d'aquestes característiques:

- Teulades amb fusta no tractada
- Construccions amb materials combustibles a molt poca distància entre elles.
- Grans extensions de massa forestal en terreny urbà, on els incendis forestals provocaven importants desastres

Al 1778, amb motiu d'un incendi a un teatre de Saragossa, es va publicar la primera normativa a l'Estat Espanyol que obligava els locals de concurrència pública que les portes obrissin cap enfora, en el sentit de la sortida del local. Això, juntament amb altres normes, podríem dir que va ser el principi de la prevenció a casa nostra.

Sobre l'any 1824 la Brigada Contra Incendis d'Edimburg, començà a desenvolupar regulacions i normes d'actuacions més modernes. Al 1830, el cap de la Brigada publicà a Edimburg el primer manual integral que incloïa 396 normes i descrivia la classe de servei a realitzar per un bon departament.

Al 1833 a Barcelona, el capità general Manel de Llauder va fer un Reglament de funcionament del Bombers, i posteriorment va nomenar com a cap de la Companyia de Bombers l'arquitecte municipal, Sr. Josep Mas i Vila, que es va convertir així en el primer cap de Bombers (que en aquell temps rebien el nom de Societat d'Assegurances Mútues).

Al 1835, va aparèixer a Providence (Amèrica del nord) la primera Companyia Asseguradora de Fabricants que només assegurava aquelles fàbriques que complien els codis idonis de prevenció i protecció contra incendis.

Al 1865 a Barcelona, que tenia ja 200.000 habitants, va municipalitzar el Cos de Bombers i va establir definitivament la companyia de Bombers a la ciutat de Barcelona,

un embrió que, amb el pas dels anys, ha esdevingut l'actual Cos de Bombers de l'Ajuntament de Barcelona.

Les primeres directives, reglaments o normes tractaven principalment de la capacitat destructora del foc i dels mètodes per combatre'l. Posteriorment les característiques de les regulacions eren prevenció i protecció, que exigien l'ús de parets de pedra o maons i teulades de materials no combustibles en els edificis, en especial en zones comercials o cèntriques de les ciutats.

Regulació com a conseqüència de grans incendis del segle XX

Els incendis, desgraciadament, han causat grans pèrdues humanes i materials, però a la vegada han afavorit canvis importants en les lleis, normes i regulacions de la pràctica de prevenció i protecció contra incendis.

Al principi del segle XX, quatre incendis molt importants als EEUU (Pennsylvania 1903, Chicago 1903, Ohaio 1908 i Nova York 1911) motivaren la creació del Comitè per a la Protecció de Vides, "Committee on Safety to Life" de NFPA sobre el 1913.

Un incendi a un col·legi de Texas al 1937, va posar de manifest la necessitat de disposar de lleis estatals per a la protecció d'edificis públics. Així mateix, el gran nombre de morts per incendi en els anys 40 en hotels i restaurants, centrà l'atenció nacional de disposar de sortides adequades i altres mesures de seguretat en hotels i edificis públics.

Aquest incendi provocaren els majors canvis en el Codi de Sortides dels Edificis, "Building Exits Codes", o com s'anomenava aleshores el Codi de Seguretat de Vides "Life Safety Code".

Al 1935, com a conseqüència de l'espectacular incendi del Teatre Novedades de Madrid al 1928 on van morir més 80 persones, es publicà el Reglament de Policia i Espectacles que exigia condicions mínimes (sortides a carrer, característiques de les escales, etc) en recintes amb públic.

La Norma 102 de la NFPA "Standard for Assembly Seating, Tens and Membrane Structures", es va elaborar com a conseqüència d'un incendi de la carpa d'un circ a Connecticut al 1944 que va provocar 168 morts.

L'incendi de tres hospitals entre els anys 1949 i 1961 als EEUU amb més de 100 morts, incitaren als administradors d'hospitals i funcionaris de prevenció contra incendis de la nació a inspeccionar la qualitat de construcció i sistemes de protecció contra incendis en els centres sanitaris.

Un incendi a una escola de Chicago el 1958 originà que poc després de la seva extinció, funcionaris estatals i locals de totes les nacions realitzaren inspeccions en diverses escoles, i en un any es duren a terme importants millores de seguretat contra incendis en unes 16.500 escoles del país. En casi totes elles es millorà la qualitat i freqüència dels simulacres d'evacuació, l'emmagatzematge de combustibles i la disposició del residus.

El que no ha canviat des de fa molts anys, és que es regula a partir de desgràcies o experiències dolentes. Es necessari que hi hagi un gran incendi amb víctimes mortals per legislar sobre la protecció contra incendis.

3.1.3 Mitjans per combatre el foc. Edat contemporània

Fins a la dècada del 1830-1840 no s'instal·laren els primers hidrants sobre conduccions públiques. Fins aleshores algunes ciutats depenien de xarxes de canonades de fusta o pedra, de les quals obtenien l'aigua per a l'extinció. Degut a la inseguretat dels primers hidrants, la principal font d'aigua per a les bombes contra incendis eren els grans dipòsits.

L'ús de mànegues per a combatre el foc va tenir un desenvolupament lent. A Anglaterra el 1799 s'utilitzaren alguns trams curts de mànegues construïts en cuir. Aquest fet va fer possible poder apropar-se a l'incendi, ja que durant més d'un segle les "llances" es muntaven directament a les bombes. En pocs anys les mànegues i les debanadores es van convertir en una part important dels equips contra incendis.

Al 1871, es van posar en funcionament les mànegues foradades de cautxú que reemplaçaren a les de cuir. Al 1872, augmentà d'interès per regular les mànegues roscades.

Al 1896 es creà la National Fire Protection Association (NFPA) als EEUU, que inicià la seva activitat en matèria de seguretat contra incendis. Aquest organisme començà a realitzar un treball pioner i fonamental especialment en quan a publicacions de llibres, codis, reglaments, guies, etc en aquest tipus de matèria. Al 1904 se li adjudicà la normalització de rosques per a mànegues que va significar un progrés significatiu en aquest àmbit.

Cap el 1870, es posaren en funcionament els primers equips d'autoimpulsió a vapor, i al 19882 s'utilitzaren canons que aportaven aigua a les parts altes dels edificis. Al 1905 es varen introduir les escales aèries manuals i a mitjans de 1930 les escales aèries motoritzades.

El primer sistema d'alarma d'incendis municipal dels EEUU s'instal·là a Boston l'any 1851 i utilitzava un telègraf. L'ús d'aquest sistema d'alarma s'estengué a pràcticament totes les principals ciutats fins a l'arribada del telèfon al 1877.

Al 1910 es posà en marxa la introducció de vehicles contra incendis que gradualment foren eliminant als carros de material, ja que cada un d'ells podia transportar el seu propi equip. La primera norma NFPA sobre vehicles contra incendis s'adoptà al 1914.

Les dades utilitzades en treballs hidràulics de protecció contra incendis.

A les indústries tèxtils del segle XIX es varen començar aplicar les primeres mesures de protecció contra incendis, tan actives com passives, que més tard s'aplicaren als habitatges. Consistia en tècniques primàries de revestiment a base d'argila i guix aplicades sobre les estructures de fusta que servien d'aïllament tèrmic i a la vegada de protecció en cas d'incendi (sistema passiu). Per reduir els riscos de propagació d'incendis i limitar els seus efectes, s'utilitzava en els forjats, un mètode constructiu relativament nou, anomenat mètode de combustió lenta i que es basava en l'eliminació dels elements combustibles en la mesura del possible i en l'utilització de bigues gruixudes. Aquest forjats més grossos, formats per capes d'entaulat encadellat augmentava la rigidesa i la resistència, permetent prescindir de les llates, que cremaven amb molt fàcilment, i a la vegada impedit el pas de l'aire a través de l'entaulat que revifava l'incendi.

La utilització als habitatges d'estufes de ferro colat, va propiciar la ràpida desaparició de les construccions de fusta per donar lloc a les de pedra i maons.

La primera solució com a sistemes actius (fixos) per a la protecció contra incendis consistien en un sistema manual d'aspersió d'aigua, instal·lat en sostres i parets, a base de cubells inicialment i canonades perforades posteriorment.

La primera patent reconeguda d'un sistema de ruixadors és de l'any 1723. Es tractava d'un recipient amb un líquid extintor, generalment aigua, amb una petita cambra de pólvora.. Aquesta cambra estava connectada a un sistema de fusibles que entraven en ignició amb el contacte de les flames d'un incendi. L'ignició feia explotar la pólvora i expulsar el líquid extintor. Cap a la meitat del segle XIX, es desenvoluparen a Anglaterra característiques addicionals per als sistemes de ruixadors.

Al 1878, Henry S. Parmelee de Connecticut (EEUU), va dur a terme diferents millores en el disseny del seu invent: el primer ruixador automàtic tant del disseny com de l'instal·lació del sistema de ruixadors Parmelee, es varen utilitzar alguns dels principis bàsics que encara s'utilitzen avui en dia.

3.1.2. Antecedents normatius

- A continuació es relaciona un seguit de normatives derogades dels últims anys, ordenades per antiguitat de menys a més.
- Reial Decret 2177/1996 el 4 d'octubre, s'aprovà la NBE-CPI/96 "Norma Bàsica de l'Edificació sobre Condicions de Protecció Contra Incendis en els edificis".
- Reial Decret 1230/1993, de 23 de juliol, s'aprovà l'Annex C "Condicions particulars per l'ús comercial", de la Norma Bàsica NBE-CPI/91, que complementà el contingut de l'esmentada Norma, en relació amb els edificis amb aquest ús.
- Reial Decret 279/1991, de 1 de març, s'aprovà la Norma Bàsica de l'Edificació «NBE-CPI/91: Condicions de protecció contra incendis als edificis»
- Reial Decret 2816/1982 de 27 d'agost pel que s'aprova el Reglament General de Policia d'Espectacles Públics i Activitats Recreatives, on es regulava els recintes i establiments que realitzaven espectacles públic i se'ls exigia uns requisits i condicions mínims. La secció tercera del capítol I fa referència a les precaucions i mesures contra incendis dels edificis i locals coberts. Aquest reglament deroga l'anterior que data del 15 de maig de 1935, anomenat Reglament de Policia d'Espectacles Públics.
- Reial Decret 1587/1982, de 25 de juny, pel que es modificà la Norma Bàsica de l'Edificació NBE-CPI/81: Condicions de Protecció contra Incendis als Edificis.
- Reial Decret 2059/1981, de 10 d'abril, pel que s'aprovà Norma Bàsica de l'Edificació NBE-CPI/81: Condicions de Protecció contra Incendis als Edificis. Aquesta norma bàsica adoptà la classificació de materials segons la reacció al foc de la UNE 23-727-BO "Assajos de reacció al foc dels materials de construcció", en las Clases: M0, M1, M2, M3, M4 i M5 segons el grau de combustibilitat.

3.2. Normativa vigent

A continuació és mostra la normativa vigent referent a protecció contra incendis, classificada segons l'àmbit d'aplicació i ordenada de més recent a menys.

3.2.1. Europea

- Directiva 89/106/CEE (DOCE, 11 de febrer de 1989) estableix una sèrie de requisits essencials per permetre la lliure circulació per la Unió Europea dels productes de construcció fabricats per la seva incorporació, amb caràcter permanent, en obres d'edificació i enginyeria civil. Aquest productes han de satisfer uns requisits essencials, relatius a resistència mecànica i estabilitat, seguretat en cas d'incendi, higiene i salut i medi ambient, seguretat d'utilització i protecció contra el soroll.

3.2.2. Estatal. Espanya

- Reial Decret 173/2010, de 19 de febrer, per el que es modifica el CTE, aprovat pel Reial Decret 314/2006, de 17 de març, en matèria d'accessibilitat i no discriminació de les persones amb discapacitat.
- Llei 3/2010, de 18 de febrer, de prevenció i seguretat en matèria d'incendis en establiments, activitats, infraestructures i edificis.
- Document bàsic seguretat en cas d'incendi (DB-SI). Inclou modificacions i correccions de 2007, 2008, 2009 i 2010.
- Document bàsic seguretat d'utilització i accessibilitat (DB-SUA). Inclou modificacions i correccions de 2007, 2008, 2009 i 2010.
- Ordre VIV/984/2009, de 15 d'abril, per la qual es modifiquen determinats documents bàsics del Codi Tècnic de l'Edificació.
- Reial Decret 110/2008, de 1 de febrer, per el que es modifica el Reial Decret 312/2005, de 18 de març, pel que s'aprova la classificació dels productes de construcció i dels elements constructius en funció de les seves propietats de reacció i de resistència davant el foc. La norma afegeix les classes de reacció al foc dels cables elèctrics, les condicions de muntatge i fixació, i defineix els paràmetres d'assaig per aquests elements. També es modifica la classificació de reacció al foc d'alguns elements.
- Reial Decret 1371/2007, de 19 d'octubre, pel qual s'aprova el Document Bàsic "DB-HR Protecció davant el soroll" del Codi Tècnic de l'Edificació i es modifica el RD 314/2006, de 17 de març, pel qual s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació.
- Reial Decret 314/2006, de 17 de març, pel qual s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació.
- Correcció d'errors i errates del Reial Decret 314/2006, de 17 de març, pel qual s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació.
- Reial Decret 312/2005, de 18 de març, regula la classificació dels productes de construcció i dels elements constructius en funció de les seves propietats de reacció i resistència davant el foc. EUROCLASSES

- Reial Decret 2267/2004, de 3 de desembre, Reglament de seguretat en cas d'incendi en establiments industrials, RSCIEI: en alguns apartats fa referència a la derogada NBE-CPI/96.
- Reial Decret 786/2001, de 6 de juliol, Reglament d'instal·lacions de protecció contra incendis
- Ordre de 16 d'abril de 1998 sobre normes de procediments i desenvolupament del Reial Decret 1942/1993, de 5 de novembre, per el que s'aprova el Reglament de Instal·lacions de Protecció Contra Incendis. Aquest regula les característiques, la instal·lació i el manteniment de les instal·lacions de protecció contra incendis i relaciona un seguit de normes UNE.
- Reial Decret 486/1997, de 14 d'abril, pel qual s'estableixen les disposicions mínimes de seguretat i salut en els llocs de treball
- Reial Decret 485/1997, de 14 d'abril, sobre les disposicions mínimes en matèria de senyalització de seguretat i salut en el treball. Aquesta derogava el RD 1403/1986, de 9 de maig per el que s'aprovava la Norma de Senyalització de Seguretat i Salut en el Treball
- Llei 31/1995, de 8 de novembre, de Prevenció de Riscos Laborals. i amb les normatives que se'n deriven. En aquest sentit, la Llei 31/1995 estableix al seu article 20 l'obligatorietat a tot centre de treball de disposar d'unes mesures d'actuació del personal en cas d'emergència, implantades i actualitzades.
- Reial Decret 1942/1993, de 5 de novembre, Reglament d'Instal·lacions de Protecció Contra Incendis, RIPCI. Les condicions d'instal·lació i manteniment de tots els equips i mitjans de seguretat contra incendi estan regulades pel Reglament d'Instal·lacions de Protecció Contra Incendis

3.2.3. Autonòmica. Generalitat de Catalunya

- Decret 112/2010, de 31 d'agost pel qual s'aprova el Reglament d'espectacles públics i activitats recreatives. Defineix el catàleg dels diversos espectacles i activitats recreatives i delimita els conceptes dels locals, espais o establiments de pública concurrència amb una finalitat d'esbarjo, on aquells es duen a terme.
- Decret 82/2010, de 29 de juny, pel qual s'aprova el catàleg d'activitats i centres obligats a adoptar mesures d'autoprotecció i es fixa el contingut d'aquestes mesures. D'acord amb el que preveu l'article 7 de la Llei 4/1997, de 20 de maig, de protecció civil de Catalunya, l'objecte d'aquest Decret és regular les actuacions destinades a assegurar l'aplicació de mesures d'autoprotecció en les empreses i, en general, les entitats i els organismes que fan activitats que poden generar situacions de greu risc col·lectiu, de catàstrofe o de calamitat pública.
- Llei 3/2010, de 18 de febrer, de prevenció i seguretat en matèria d'incendis en establiments, activitats, infraestructures i edificis
- Decret 241/1994, de 26 de juliol, sobre condicionants urbanístics i de protecció contra incendis en els edificis, complementaris de la NBE-CPI/91 (DOGC 1954 de 30.9.1994, correcció d'errates DOGC 2005, de 30.1.1995)

3.2.4. Municipal. Ajuntament de Barcelona

- Ordenança Municipal de Condicions de Protecció contra Incendis del 29 de febrer de 2008. (OMCPI/08). Té per objecte establir les condicions de protecció contra incendis que han de complir els edificis i les seves instal·lacions, així com els projectes d'urbanització, per garantir la seguretat de les persones i els seus béns i facilitar la intervenció del Servei de Prevenció, Extinció d'Incendis i Salvament, tenint en compte la seguretat dels seus membres.
- Ordenança Municipal de Condicions de Protecció contra Incendis del 29 de juliol de 1997. (OMCPI/97). Aquesta ordenança servia per completar la NBE-CPI/96.
- Ordenança municipal d'activitats i d'intervenció integral de l'administració ambiental de Barcelona del 30 de març del 2001, amb diverses modificacions i correccions. La darrera modificació és de 15 d'octubre de 2008. Regula els procediments d'intervenció, prevenció i control de les activitats, públiques i privades, que es realitzen a Barcelona, d'acord amb les normes urbanístiques, ambientals i sectorials que els siguin d'aplicació. Risc d'incendis.

3.3 Altres

- Criteris per l'interpretació i aplicació del Document Bàsic DB SI (actualització 18 de maig de 2010)
- Criteris per l'interpretació i aplicació del Document Bàsic DB SUA (actualització 18 de maig de 2010)
- Reglamentació específica d'instal·lacions i emmagatzematge: REBT, RITE, gas, gasoil, productes líquids inflamables, d'altres.

Reacció al foc:

- UNE-23.102-90 Assaig de no combustibilitat.
- UNE-23.702-88 Propagació de flames.
- UNE-23.721-90 Assaig per radiació. Materials rígids.
- UNE-23.723-90 Assaig del cremador elèctric. Materials flexibles.
- UNE-23.724-90 Assaig de propagació de la flama. Materials sense suport.
- UNE-23.725-90 Assaig de degoteig. Materials fusibles.
- UNE-23.726-90 Assaig en el panell radiant. Revestiments de terres.
- UNE-23.727-90 Classificació dels materials (M0, M1, M2, M3, M4 i M5)
- UNE-23.728-90 Calibrat del cremador elèctric.
- UNE-23.729-90 Calibrat del radiador.
- UNE-23.730-90 Determinació dels assajos a realitzar. Suports tipus. Model de fitxes.
- UNE-23.731-83 Qualitat d'ignifugats davant l'acció de neteja.
- UNE-23.732-85 Qualitat d'ignifugats davant l'acció mecànica d'escombrat i aspirat.
- UNE-23.733-85 Qualitat d'ignifugats davant l'acció la variació de condicions climàtiques ambientals.

Resistència al foc:

- UNE-23.093-81 Assaig de resistència al foc.
- UNE-23.103-78 Determinació del calor de combustió per mitjà de bomba calorimètrica.
- UNE-23.801-79 Resistència al foc d'elements vidriats.
- UNE-23.802-79 Resistència al foc de portes i elements de tancament buits.
- UNE-23.820-93 Estabilitat al foc d'estructures de acer protegides.
- UNE-23.806-81 Estabilitat al raig d'aigua.
-

Instruccions tècniques complementàries d'àmbit autonòmic. Aquest són documents tècnics on es resolen i aclareixen temes en relació amb la prevenció d'incendis que no estan definits a la normativa i que en faciliten l'aplicació:

- SP 103, 1 de novembre de 2008. Càrrega de foc per a establiments dedicats a l'elaboració, caves i magatzems de begudes amb alcohol
- SP 107, 1 de novembre de 2008. Càlcul de la càrrega de foc en activitats d'emmagatzematge
- SP 108, 1 de novembre de 2008. Lluernes en coberta en establiments industrials
- SP 109, 1 de novembre de 2008. Condicions de seguretat en edificis amb alçada d'evacuació superior a 50 metres
- SP 110, 1 de novembre de 2008. Condicions de seguretat en cas d'incendi en les llars d'infants
- SP 111, 15 de febrer de 2009. Condicions de seguretat en cas d'incendi en els centres residencials i centres de dia per a gent gran
- SP 112, 15 de febrer de 2009. Sistemes de control de temperatura i evacuació de fums en els establiments industrials
- SP 113, 15 de febrer de 2009. Espai suficient de maniobra en els vials amb un accés únic
- SP 114, 1 de maig de 2009. Alçades mínimes lliures en locals de pública concurrència a efectes de seguretat en cas d'incendi
- SP 115, 1 de maig de 2009. Cortines d'aigua amb funció de sectoritzador
- SP 116, 1 de maig de 2009. Ruixadors en cambres frigorífiques o de congelació
- SP 117, 1 d'agost de 2009. Resistència al foc de l'estructura de cobertes lleugeres dels establiments industrials
- SP 118, 1 d'agost de 2009. Reacció al foc dels elements tèxtils penjants dels establiments d'ús residencial públic
- SP 119, 15 de maig de 2010. Determinació de la configuració dels establiments industrials
- SP 120, 10 de maig de 2010. Sistemes d'hidrants d'incendi per a ús exclusiu de bombers
- SP 121, 10 de maig de 2010. Nombre de façanes accessibles

04. ESTUDI I ANÀLISI COMENTAT DEL DB-SI

4.1. Introducció

La Llei 38/99 d'Ordenació de l'Edificació (LOE) estableix que la seguretat en cas d'incendi és un dels requisits bàsics de qualitat dels edificis.

En desenvolupament de la LOE s'aprovà el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE) per Reial Decret 314/2006 de 17 de març, publicat al BOE de 28-03-06. Per tant i com ja s'ha comentat anteriorment, el CTE és el marc normatiu reglamentari de l'edificació en el que es defineixen les exigències bàsiques de seguretat en cas d'incendi que han de complir els edificis per satisfer l'esmentat requisit bàsic.

La part I del CTE conté les exigències bàsiques i les disposicions i condicions generals d'aplicació del Codi. En la part II, es troba el Document Bàsic de Seguretat en cas d'incendi DB SI en el que es caracteritzen i quantifiquen les exigències bàsiques i es determinen procediments per al seu compliment.

En la línia del CTE, la seguretat en cas d'incendi té caràcter prestacional, a diferència de la normativa anterior que estava basada en prescripcions. Una reglamentació o un codi prescriu la seguretat contra incendis per a un ús o aplicació genèrica. Aquesta seguretat contra incendis s'aconsegueix especificant les característiques constructives, limitant les dimensions, o mitjançant sistemes de protecció, sense referir-se a com aquestes exigències arriben aconseguir els objectius de seguretat contra incendis establerts.

Per altre banda, un codi que es basa en prestacions o eficàcia estableix específicament els seus objectius o requisits de seguretat contra incendis, i fa referència a mètodes o sistemes que donen compliment aplicant uns paràmetres i procediments concrets o dona la possibilitat d'adoptar solucions alternatives sempre i quan es demostrï el compliment dels requisits establerts.

El Document Bàsic de Seguretat en cas d'Incendi (DB SI) té per objecte establir les normes i els procediments que permetin complir les exigències bàsiques de seguretat en cas d'incendi establerts en la primera part del CTE. L'objectiu del qual consisteix en reduir a límits acceptables el risc de que els usuaris d'un edifici pateixin danys derivats d'un incendi d'origen accidental, degut a les característiques del seu projecte, construcció, ús i manteniment.

El CTE no contempla mesures de prevenció, com per exemple no fumar o com s'ha d'emmagatzemar matèries inflamables, ni tracta la qüestió sobre les instal·lacions de gas o electricitat que en certa mesura poden provocar risc d'incendi.

Les exigències a les que hi ha de donar resposta durant tota la vida útil de l'edifici son:

- Exigència Bàsica SI 1: Propagació interior. Limitant el risc de propagació d'incendi per l'interior de l'edifici.
- Exigència Bàsica SI 2: Propagació exterior. Limitant el risc de propagació d'incendi a l'exterior.
- Exigència Bàsica SI 3: Evacuació d'ocupants. Es disposarà dels mitjans d'evacuació adequats per que els ocupants puguin abandonar l'edifici o arribar a un lloc segur del mateix en condicions de seguretat.
- Exigència Bàsica SI 4: Instal·lacions de protecció contra incendis. L'edifici haurà de disposar dels equips o instal·lacions adequats per dur a terme la detecció, el control i la extinció de l'incendi, així com la transmissió d'alarma als ocupants.

- Exigència Bàsica SI 5: Intervenció dels bombers. Es facilitarà la intervenció dels equips de rescat i extinció d'incendis per tal que puguin dur terme la seva feina.
- Exigència Bàsica SI 6: Resistència al foc de l'estructura. Per tal que l'estructura portant de l'edifici mantingui la seva resistència al foc durant el temps necessari per que es puguin complir les anterior exigències.

Per tant, les obres s'han de projectar, construir i mantenir de forma que, en cas d'incendi:

- La capacitat portant de l'edificació es mantingui durant un període de temps determinat, per realitzar l'evacuació dels ocupants i que la intervenció dels cossos d'extinció sigui segura.
- La aparició i la propagació del foc i el fum dins l'edifici estiguin limitats
- La propagació del foc a edificis veïns estigui limitada

En els DB que comentarem a continuació, s'especifiquen paràmetres objectius i procediments que un cop assolits asseguruen el compliment de les exigències bàsiques i la superació dels mínims de qualitat propis del requisit.

L'aplicació de les condicions del DB SI són exigibles quan hi hagi risc per a les persones i voluntària si únicament hi ha risc per als bens. Per exemple, en un edifici d'un agropecuari, garatge o magatzem, de poca superfície, una planta, ocupació mínima i ocasional, que disposa de suficient separació respecte altres edificacions poden no ser exigibles les condicions:

- Propagació interior (secció SI 1)
- Propagació exterior (SI 2)
- Instal·lacions de protecció contra incendis (SI 4)
- Intervenció dels bombers (SI 5)
- Resistència al foc de l'estructura (SI 6)

Sent necessari només l'aplicació de la condició d'evacuació (SI 3) que realment pot resultar necessari per a la seguretat de les persones.

4.1.1. Àmbit d'aplicació

L'àmbit d'aplicació d'aquest DB, i de la resta, son els establerts en l'article 2 de la LOE i les limitacions que la mateixa norma determina. Aquest son edificacions públiques o privades de les quals es pot exigir llicència o autorització per als seus projectes. Edificacions de nova construcció, exceptuant aquelles d'escassa entitat constructiva, i les obres d'ampliació, modificació, reforma o rehabilitació sempre i quant siguin compatibles amb la naturalesa de l'intervenció.

En els establiments i zones d'ús industrial, com per exemple aquells magatzems, sense presència de públic, que la càrrega de foc total ponderada i corregida superi els 3×10^6 MJ o garatges per vehicles destinats al transport de persones o de mercaderies, estaran subjectes al compliment del "Reglament de seguretat contra incendis en establiments industrials". Serà aquest últim qui mitjançant la seva aplicació assegurarà el compliment de les exigències bàsiques. En el cas que el magatzem tingui presència de públic serà d'aplicació també el DB SI del CTE.

4.2. SI 1 Propagació interior

4.2.1. *Reacció i resistència al foc dels elements*

4.2.1.1. Conceptes de reacció i resistència al foc

En cas d'incendi, la naturalesa dels elements i materials que integren l'edifici influeix en l'inici, desenvolupament i propagació del foc, i pot determinar el temps disponible per a l'evacuació dels seus ocupants i l'abast dels danys materials.

Actuant sobre aquest factors en la fase del disseny arribarem aconseguir que l'edifici estigui dissenyat amb un alt nivell de seguretat, ja que contindrà materials amb una reacció al foc adequada a la zona en la que es troba situat, amb elements de construcció amb una resistència al foc adequada i la compartimentació exigida en la reglamentació vigent.

Quan es parla de combustibilitat de materials o, més àmpliament, del comportament davant el foc dels materials de construcció, hi ha que distingir molt clarament entre dos termes que poden donar lloc a confusió: reacció i resistència al foc

- La reacció al foc es pot definir com la contribució activa d'un material a un foc i el desenvolupament del mateix.
- La resistència al foc es l'aptitud d'un element de construcció, component, equip o estructura, de conservar durant un temps determinat l'estabilitat, l'estanqueïtat, la no emissió de gasos inflamables i l'aïllament tèrmic especificats en els assaigs normalitzats.

Podem dir que, quan parlem de comportament davant el foc d'un material, ens estem referint a la seva reacció al foc, i quan es tracta d'un element de construcció, ens estem referint a la resistència al foc.

S'ha de tenir en compte que un element estructural està compost per materials i, per tant es pot estudiar la reacció al foc dels materials que l'integren. Per exemple: una porta de fusta. Fora normal estudiar la seva resistència al foc com element de construcció que és: una porta, però també es pot estudiar la reacció al foc del material del que està formada: la fusta. Tot i això, hi ha un cas excepcional en construcció: els recobriments especials per a estructures metàl·liques. Aquests recobriments solen estar formats per materials incombustibles com perlita, vermiculita i altres fibres o productes minerals. Com a material que és, podríem estudiar la reacció al foc encara que el més important, en aquest cas, és l'efectivitat que tindrà com a protector quan s'apliqui sobre un element. Per tant ens interessa més estudiar la resistència al foc que proporcionarà un cop aplicat com a recobriment de l'element.

4.2.1.2. Classificació de la reacció al foc. Euroclasses

La reacció al foc és el comportament davant el foc dels materials de construcció i d'acabat interior, es a dir, l'aliment que un material pugui aportar a un foc i al desenvolupament del mateix. Aquest comportament s'estudia i es determina mitjançant assajos de foc.

Els principis dels assajos de reacció al foc son:

- sotmetre el material a un escalfament controlat de presència o no d'una flama pilot, per provocar la destil·lació de vapors virtualment inflamables.
- Provocar l'ignició d'aquets vapors.
- Estudiar el desenvolupament de la combustió, en base a certs criteris.

En cada assaig es segueixen aquets passos en unes condicions determinades per la norma, variant la situació, tipus i grandària de les mostres, la font de calor i ignició i els criteris en que s'ha de mesurar per estudiar el desenvolupament de la combustió.

En funció dels resultats dels assaigs, i d'acord amb els criteris de cada un, el material queda classificat. El DB SI adopta les Euroclasses pels materials de construcció que estan recollides al Reial Decret 312/2005.

Les Euroclasses son la classificació europea dels materials de construcció en base a les característiques de reacció al foc i estableix tres grans apartats: materials de construcció (exclosos els terres), materials per als terres i productes lineals per l'aïllament tèrmic de canonades.

El primer grup de classificació inclou els productes de parets i sostres, inclosos els revestiments superficials, elements de construcció, productes incorporats dins dels elements de construcció, canonades i components conductors, productes per façana i murs exteriors. Els hi correspon la denominació: A1, A2, B, C, D, E i F segons la combustibilitat. Veure taula 4.2.1.

El segon grup es refereix als materials destinats a terres o sols, inclosos els seus revestiments superficials i tenen la mateixa denominació que el grup anterior afegint el subíndex FL.

El tercer grup correspon al productes lineals destinats a l'aïllament de canonades, la seva denominació és igual que el grup anterior però amb el subíndex L.

Tot això es complementa amb unes classificacions addicionals, amb caràcter obligatori, per a la majoria de classes, encara que alguna d'elles està exempta de classificació addicional. Aquestes son dues (veure Taula 4.2.2.):

- opacitat dels fums, s (smoke) amb la denominació s1, s2 i s3 per a baixa, mitja i alta opacitat de fums. On amb aquesta classificació addicional es valora la velocitat de propagació i la producció total de fums.
- caiguda de gotes o partícules inflamades, d (drop) amb denominació d0, d1 i d2, per a nul·la, mitja o alta caiguda de gotes inflamades.

TAULA 4.2.1. CLASSIFICACIÓ PRINCIPAL. EUROCLASSES: UNE EN 13501: 2002

Classificació principal segons:	Aplicació final			COMBUSTIBLE	CONTRIBUCIÓ AL FOC	
	parets i sostres	terres	productes lineals per aïllament			
COMBUSTIBILITAT	A1	A1_{FL}	A1_L	NO	NO	grau màxim
	A2	A2_{FL}	A2_L	NO	NO	grau menor duració flama <20s
	B	B_{FL}	B_L	SI	SI	molt limitada
	C	C_{FL}	C_L	SI	SI	limitada
	D	D_{FL}	D_L	SI	SI	mitja
	E	E_{FL}	E_L	SI	SI	alta
	F	F_{FL}	F_L	sense classificar, no compleix cap de les anteriors		

TAULA 4.2.2 CLASSIFICACIÓ ADDICIONAL. EUROCLASSES: UNE EN 13501: 2002

Classificació adicional segons:				Observacions:
OPACITAT DELS FUMS	Quantitat i velocitat d'emissió	Baixa	s1	Les classes A1, A1 _{FL} , A1 _L , E, E _{FL} , E _L , F, F _{FL} i F _L no es classifiquen dins aquest concepte
		Mitja	s2	
		alta	s3	
CAIGUDA DE GOTES O PARTÍCULES INFLAMADES	sense caiguda (UNE EN 13823:2002) en 600 s		d0	Les classes A1, A1 _{FL} , A1 _L , F, F _{FL} i F _L no es classifiquen dins
	sense caiguda (UNE EN 13823:2002) durant més de 10 s		d1	
	sense classificar, no compleix cap de les anteriors		d2	

4.2.1.3. Classificació de la resistència al foc dels elements compartimentadors.

La resistència al foc és la capacitat d'un element de construcció per mantenir durant un termini de temps determinat les funcions que li siguin exigibles. Bàsicament són les d'integritat (E), aïllament tèrmic (I) i capacitat resistent (R). En el cas de les portes resistents al foc també existeix la funció de tancament automàtic (C).

Els elements que delimiten sectors d'incendi o compartimentadors han de satisfer els temps de resistència al foc segons la secció SI 6 i l'Annex SI B, és podrà agafar aquest mateix valor per als elements compartimentadors del sector.

Consideracions en relació a l'acció del foc sobre els elements compartimentadors.

Es considera l'acció del foc:

- En l'interior del sector, excepte en els casos de sectors de risc mínim, en els que només es considerarà per l'exterior.
- En cada cara de l'element separador entre sectors d'incendi i s'adoptarà el valor de resistència al foc que sigui més desfavorable.
- En la zona inferior d'un sostre o forjat separador de sectors: la resistència al foc del terra és en funció de l'ús de la zona situada en la part inferior.

La classificació europea de les propietats de resistència al foc dels elements constructius segons el RD 312/2005 i la norma UNE-EN 13501-2:2002. "Classificació de la resistència al foc d'elements de construcció, excepte cobertes i sistemes i serveis de ventilació"(veure taula 4.2.3)

TAULA 4.2.3. CLASSIFICACIÓ RESISTÈNCIA AL FOC ELEMENTS

Principals classes:	
R:	Capacitat Portant (resistance)
E:	Integritat (integrity)
I:	Aïllament (insulation)
Altres classificacions per alguns casos concrets	
W:	Radiació
M:	Acció mecànica
C:	Tancament automàtic
S:	Estanqueïtat al pas de fums
P o HP:	Continuïtat de l'alimentació elèctrica o el pas de senyal
G:	Resistència a la combustió de sutges
K:	Capacitat de protecció contra incendis
D:	Duració de l'estabilitat a temperatura constant
DH:	Duració de l'estabilitat considerant la corba normalitzada de temps-temperatura
F:	Funcionalitat dels extractors mecànics de fum i calor
B:	Funcionalitat dels extractors passius de fum i calor

L'escala de temps normalitzada per aquesta norma UNE és 15, 20, 30, 45, 60 90, 120, 180 i 240 minuts.

Amb aquesta classificació, les classes d'indiquen de la següent manera:

- R(t): temps durant el qual es compleix l'estabilitat al foc o capacitat portant. S'aplica només a elements estructurals.
- RE(t): temps durant el qual es compleix la estabilitat i la integritat al pas de flames i gasos calents. S'aplica a elements que són simultàniament estructurals i compartimentadors com per exemple forjats o parets de càrrega.
- REI(t): temps durant el qual es compleix l'estabilitat, la integritat i l'aïllament tèrmic.
- E(t): temps durant el qual es compleix la integritat. S'aplica a portes d'ascensors.
- EI(t): temps que es compleix la integritat i l'aïllament tèrmic. S'aplica a elements que no són estructurals, com són parets de separació entre habitatges, portes, etc.

Per a la justificació de la resistència al foc d'algun element constructiu es pot adoptar alguna de les següents opcions:

a) Adoptar el valor de les taules dels Annexes del DB SI:

- Annex F Resistència al foc dels elements de fàbrica: fàbrica de maó, d'argila alleugerida i bloc de formigó.
- Annex C Resistència al foc de les estructures de formigó armat: murs, lloses o forjats.

b) Mètodes simplificats definits en els Annexes del DB SI.

c) Mitjançant la realització d'assaig que estableix el RD 312/2005: caldrà demanar al fabricant el certificat d'assaig del producte o en el cas de solucions compostes o que no

disposin de certificat de resistència al foc, caldrà realitzar l'assaig segons el RD en el laboratori acreditat.

4.2.2 Compartimentació en sectors d'incendi

Segons l'Annex SI A Terminologia, defineix Sector d'Incendi com l'espai d'un edifici separat d'altres zones del mateix per elements constructius delimitadors resistents al foc durant un període de temps determinat, a l'interior del qual es pot confinar (o excloure) l'incendi perquè no es pugui propagar a (o des de) una altra part de l'edifici.

Els edificis s'han de compartimentar en sectors d'incendi per tal de limitar-ne la propagació interior en cas d'incendi. Aquest sectors es delimiten per elements separadors que constitueixen una barrera per al foc i el fum. Amb la finalitat d'impedir que l'incendi es desenvolupi arribant a proporcions inacceptables i que el fum es propagui per la resta de l'edifici.

Segons l'ús previst de l'edifici o establiment, els sectors d'incendi tindran un màxim de m^2 i els elements separadors o delimitadors del sector d'incendi hauran de tenir una resistència al foc determinada. Això ens ho indica la taula 1.1 Condicions de compartimentació en sectors d'incendi i la taula 1.2 Resistència al foc de les parets, sostres i portes que delimiten el sector d'incendi, de la secció SI 1-1 del CTE.

La superfície màxima de cada sector d'incendi ve determinada per l'ús, ja que segons el tipus d'ús la possible càrrega de foc variarà i el nombre de persones que contindrà també.

4.2.3 Locals i zones de risc especial

Els locals i zones de risc especial són aquells que pel seu contingut o ús s'entén que hi ha un risc superior a la resta de l'edifici. Aquest es poden classificar segons la superfície, el volum o la potència instal·lada en zones o locals de risc baix, mitjà o alt, segons la taula 2.1 *Classificació dels locals i zones de risc especial integrats en edificis* del DB-SI 1-2.

Segons el tipus de risc en el que es situïn i el tipus d'element (estructura portant, elements separadors, vestíbul d'independència o portes de comunicació), les zones de risc especial integrades als edificis hauran de complir unes condicions mínimes. Aquestes condicions queden reflectides en la taula 2.2 *Condicions de les zones de risc especial integrades en edificis* del DB SI 1-2. La taula determina el temps de resistència al foc dels elements portants i separadors.

Les zones considerades de risc especial mitjà i alt, hauran de disposar de vestíbul d'independència, amb portes de comunicació amb la resta del edifici amb dispositius de tancament automàtic d'una qualitat determinada.

En qualsevol cas, el recorregut màxim fins alguna sortida del local serà inferior a 25 m, ja que és el que es considera que una persona normal pot aguantar sense respirar. Tot i que aquesta xifra en podrà augmentar en un 25% si es disposa d'una instal·lació automàtica d'extinció d'incendis.

4.2.4 Espais ocults. Pas d'instal·lacions a través d'elements compartimentadors d'incendis

4.2.4.1 Espais ocults

La compartimentació contra incendis dels espais ocupables ha de tenir continuïtat en els espais ocults, com cambres, cel rasos, o terres elevats, menys quan aquest estiguin compartimentats dels primers amb la mateixa resistència al foc.

Per a evitar la propagació de l'incendi, la norma limita a tres plantes i a 10 m el desenvolupament vertical de les cambres no estanques en les que hi hagi elements amb una classe de reacció al foc que no sigui B-s3,d2, B_L-s3,d2 o millor.

4.2.4.2. Passos d'instal·lacions

Un punt dèbil dels elements de compartimentació és quan aquest son travessats per elements de les instal·lacions com son tub, canonades, conductes de ventilació, etc. La norma també ho preveu i exigeix disposar d'una de les dues alternatives per garantir la compartimentació d'incendi, sempre i quan la secció de pas superi els 50 cm²:

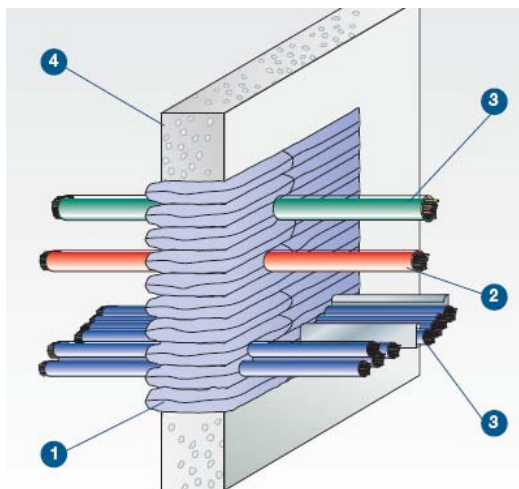
- a) Mecanismes d'obturació: disposar d'un element, que en cas d'incendi, obturi automàticament la secció de pas i a la vegada garanteixi un resistència al foc igual o superior al element travessat. Per exemple portes tallafocs i dispositius intumescent d'obturació

Amb aquest sistema es busca evitar que les instal·lacions actuïn com a vehicle per a la propagació de les flames i el fum.

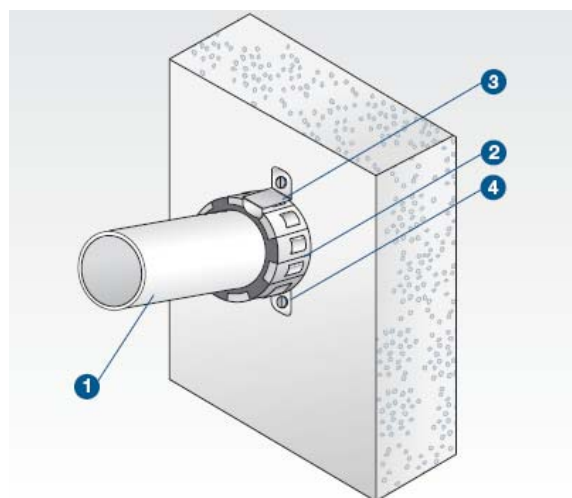
Igualment, les juntes de dilatació en murs i forjats, així com juntes en trobades d'elements constructius amb funció de sectorització s'han de tractar i segellar amb solucions que ofereixin la mateixa resistència al foc.

En el mercat podem trobem solucions molt variades (morters ignífugs, resines termoplàstiques, massilles i elements intumescent, etc) de diferents empreses dedicades a la protecció passiva, és imprescindible que els materials compleixin els requisits exigits així com seguir les instruccions del fabricant en la seva instal·lació i realitzar el manteniment marcat. A la taula 4.2.4 es mostren, a mode d'exemple, un seguit de solucions constructives per al segellat de penetracions d'instal·lacions en elements divisors.

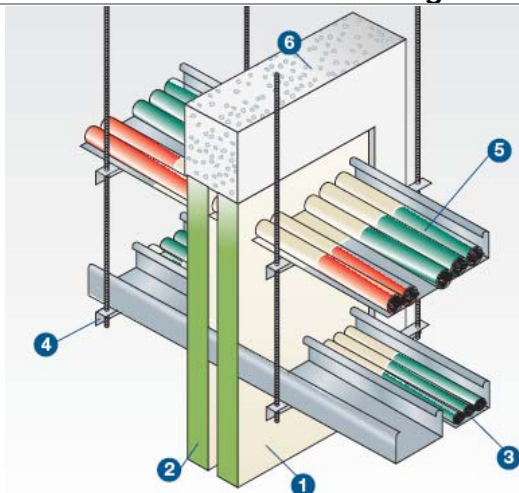
TAULA 4.2.4 SEGELLAT DE PENETRACIONS

Coixinets intumescent obturadors


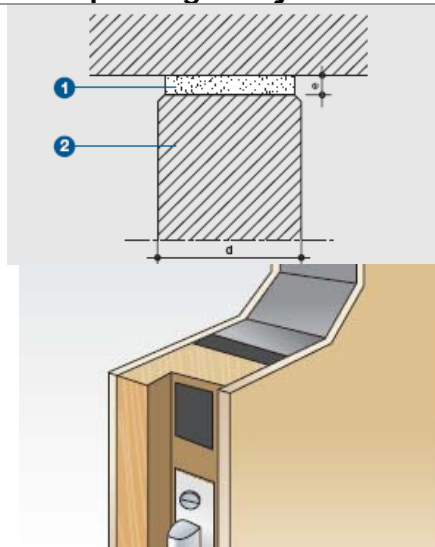
1. Coixinets intumescent termo expansius
 2. Canonades o tubs
 3. Safata de cables
 4. Element separador de sectors
- Coixinets que al arribar a una temperatura de 150 °C, s'inflen i obturen el pas de fum i foc

Collarets per segellar el pas de tubs


1. Tub de plàstic
 2. Element travessat
 3. Collaret intumescent
 4. Fixació
- Dissenyats especialment per al pas de tubs inflamables i/o fonedís. Disposen d'un material intumescent que amb l'augment de temperatura s'expandeix i segella el forat

Panells i revestiments de segellat


1. Revestiment de resines termoplàstiques amb pigments retardants.
2. Panells de silicat càlcic reforçat amb fibres. Resistent al foc i impermeable aigua
3. Safata de cables
4. Suport de les safates de cobles
5. Cables, canonades o tubs
6. Element travessat (ex. paret de formigó)

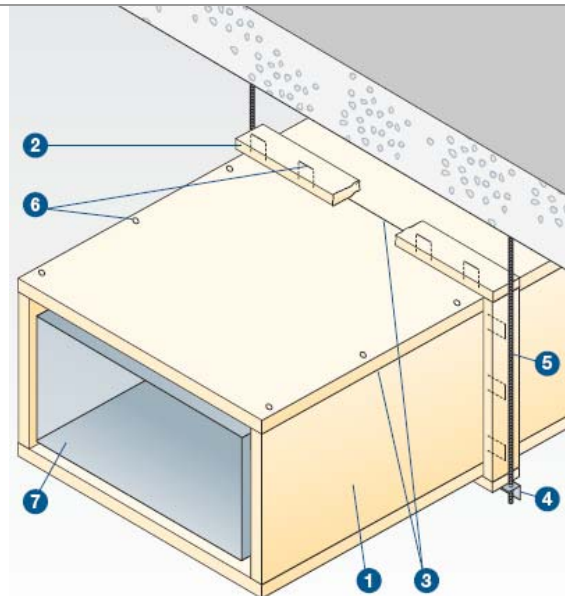
Sistemes per segellar juntes i forats


A dalt, escuma segelladora resistent al foc. A baix, tira intumescent (termo expandible) per segellar el pas de flames i gasos a altes temperatures en portes, finestres i comptres

b) Elements passants que aportin una resistència al foc, EI-t, al menys igual al de l'element travessat. Com per exemple conductes de ventilació, xemeneies, etc. (veure taula 4.2.5)

TAULA 4.2.5 PROTECCIÓ CONTRA EL FOC DE CONDUCTES

Protecció en conductes horitzontal de ventilació



1. Panells de silicat de protecció contra el foc, no combustibles
2. tires de compost de cel·lulosa amb polímers d'alta resistència.
3. Adhesiu no combustible per l'estanquitat de juntes
4. Angle de suport d'acer
5. Vareta roscaada fixada al forjat amb tac expansiu d'acer
6. elements de fixació de les tires, cargols o grapes
7. conducte a protegir.

El pas del conducte per l'element de sectorització s'ha de segellar.

Aquest és un sistema de protecció de conductes de ventilació a quatre cares. Al mercat trobem moltes solucions per a infinitat de característiques o condicionants depenen del tipus d'instal·lació

Les imatges dels detalls anteriors s'han extret del Catàleg digital de Protecció Passiva contra Incendis – Solucions constructives 3/10 de Promat Ibèrica S.A.

4.2.5 Reacció al foc d'elements constructius, decoratius i de mobiliari

4.2.5.1. Elements constructius

La taula 4.1 del SI 1-4 del CTE estableix les condicions de reacció al foc que han de complir els elements constructius, segons la seva situació respecte l'edifici i on es situï el revestiment, en sostre, parets o terres. En el cas de que el revestiment no superi el 5% de la superfície total del conjunt sostres o el conjunt de terres no serà d'aplicació.

Els elements constructius els classifica segons la situació en zones ocupables (exclòs interior de vivendes), passadissos i escales protegides, aparcaments i recintes de risc especial i, per últim, espais ocults. Segons l'importància respecte el risc d'incendi i la probabilitat d'inici d'incendi la norma és més restrictiva. En qualsevol cas no es permet que els revestiments de parets i sostres provoquin degoteig del material en cas d'incendi.

També delimita la producció de fum, la seva opacitat i toxicitat per mitjà del subíndex s1, s2 i s3.

4.2.5.2. Components de les instal·lacions elèctriques

Els components de les instal·lacions elèctriques (cables, tubs, safates, regletes, armaris, etc) han de presentar les condicions de reacció al foc que es regulen en la seva reglamentació específica, que correspon al Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió (RETB), aprovat pel RD 842/2002. convé destacar els requisits relacionats amb:

- Reacció al foc: cables, connexions, canalitzacions no propagadors de l'incendi i amb emissions de fums i opacitat reduïda, segons la norma UNE 12.123. S'exigeix en edificis d'habitatge a la línia general d'alimentació i a les derivacions individuals, en edificis de pública concurrència, a tot el cablejat, connexionat a quadres elèctrics i canalitzacions.
- Resistència al foc: Cables de seguretat enfront el foc segons la norma UNE-EN 50.200, poden continuar en funcionament fins a temperatures de 700 °C. S'exigeix en cables elèctrics destinats a serveis de seguretat no autònoms o amb fonts d'autònoms centralitzades (grup electrogen). Per exemple caldria disposar-los en l'alimentació elèctrica als ventiladors dels sistema de control de fums d'un aparcament o de pressurització d'una escala protegida.

4.2.5.3. Elements tèxtils de cobriment

Els cobriments formats per elements tèxtils, com carpes, seran de classe M2 conforme a la UNE 23727:1990 "Assaig de reacció al foc dels materials de construcció. Classificació dels materials utilitzats en la construcció".

4.2.5.4. Elements decoratius i de mobiliari

El mobiliari i elements decoratius dels edificis o establiments de pública concurrència (zones destinades a espectadors, com teatres cinemes, etc) hauran de complir les condicions indicades en el SI que son:

a) per a butaques i seients fixes entapissats que formin part de teatres, cines auditoris i sala d'actes hauran de passar un assaig segons les normes:

- UNE-EN 1021-1:2006 "Valoració de la inflamabilitat del mobiliari entapissat – Part 1 font d'ignició: cigarreta en combustió"
- UNE-EN 1021-2:2006 "Valoració de la inflamabilitat del mobiliari entapissat – Part 2 font d'ignició: flama equivalent a un llumí"

b) i els elements tèxtils suspesos com teló, cortines, cortinatges, etc de calsse 1 conforme a la norma UNE-EN 13773:2003 "Tèxtil i productes tèxtils. Comportament al foc. Cortines i cortinatges. Esquema de classificació".

4.3. SI 2 Propagació exterior

4.3.1 Principis generals

La limitació de la propagació de l'incendi als edificis veïns es necessària:

- Per assegurar la seguretat dels ocupants d'altres edificis propers o no a l'edifici que pateix l'incendi.
- Per evitar una conflagració i les seves conseqüències, com per exemple la pèrdua de serveis vitals com hospitals, instal·lacions de comunicació o la destrucció a gran escala d'habitatges.
- Per permetre als bombers controlar l'incendi, ja que el calor que produeix un gran incendi pot impedir l'aproximació dels bombers.

Per a limitar la propagació de l'incendi a l'exterior de l'edifici i que afecti a altres, el CTE SI-2 marca uns criteris de disseny de les façanes i cobertes per tal d'impedir la propagació a les parts adjacents de l'edifici.

4.3.2 Mitgeres i façanes

4.3.2.1. Mitgeres

Per tal de limitar el risc de propagació de l'incendi per l'exterior, les mitgeres o murs contigus amb un altre edifici, han de tenir una resistència al foc EI 120 com a mínim.

4.3.2.1. Propagació exterior horitzontal per façana

Es limitarà el risc de propagació de l'incendi en els següents casos:

- Entre dos edificis
- Entre dos sectors d'incendi del mateix edifici
- Entre una zona de risc especial alt i altres zones de l'edifici
- Cap a una escala o passadís protegit des d'altres zones

Quan en algun dels casos anteriors, els punts d'ambdues façanes que no siguin resistents al foc EI 60, com a mínim, han d'estar separats una distància "d", en funció de l'angle "α" format pels plànols exteriors de les mateixes, segons la taula següent:

TAULA 4.3.2.1 CONDICIÓN DE SEPARACIÓN EN FUNCIÓN DE L'ÁNGLE

Angle α	0°	45°	60°	90°	135°	180°
Distància d (m)	3	2,75	2,5	2	1,25	0,50

Per a $\alpha = 0^\circ$, es per a casos on les façanes son paral·leles. A mesura que l'angle α augmenta, la distància d disminueix degut a la possibilitat de propagació de les flames i el fum en forma horitzontal.

Si en dóna el cas de valors entremetjats de l'angle α , la distància d es pot obtenir per interpolació lineal.

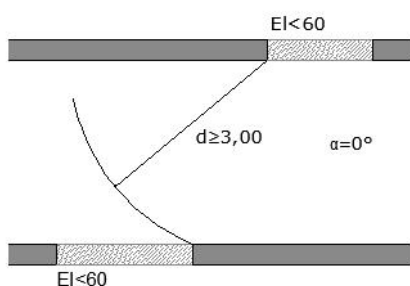


FIGURA 4.3.2.1. FAÇANA ENFRONTADA

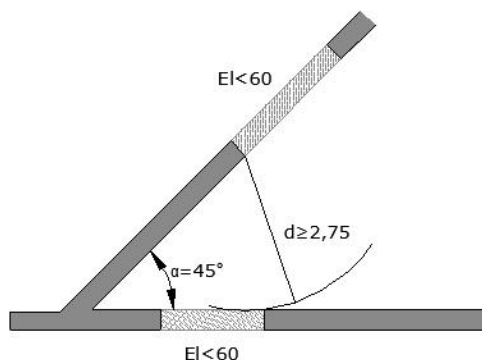


FIGURA 4.3.2.2. FAÇANA A 45°

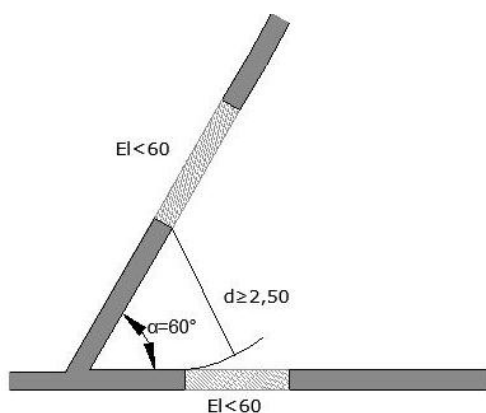


FIGURA 4.3.2.3. FAÇANA A 60°

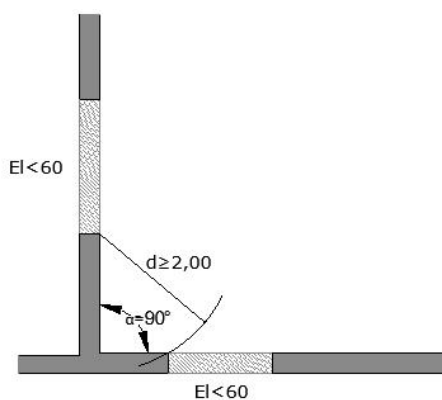


FIGURA 4.3.2.4. FAÇANA A 90°

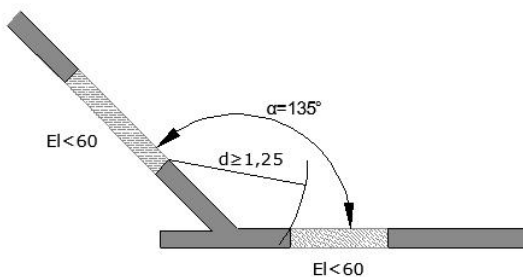


FIGURA 4.3.2.5. FAÇANA A 135°

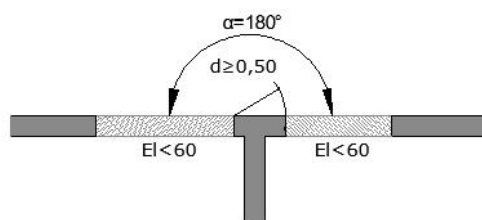


FIGURA 4.3.2.6. FAÇANA A 180°

4.3.2.3. Propagació exterior vertical per façana

La limitació del risc de propagació vertical de l'incendi per la façana serà en els casos:

- Entre dos sectors d'incendi
- zones de risc de diferents nivells i altres zones de l'edifici

es garanteix el requisit, si la façana és almenys EI 60 en una franja de 1 m d'alçada, com a mínim, mesurada sobre el pla de façana.

En cas d'existir elements que sobresurten aptes per impedir el pas de les flames, l'alçada de la franja es podrà reduir en la dimensió del citat element, tal i com es mostren en les figures següents:

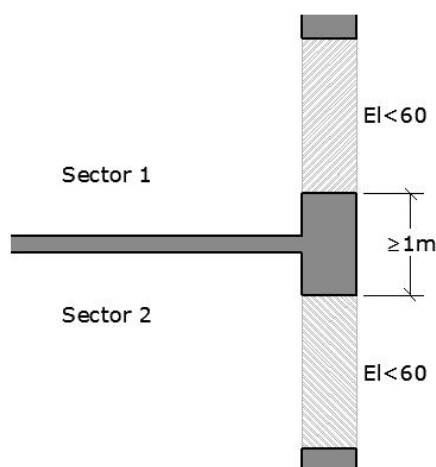


FIGURA 4.3.2.7. TROBADA FORJAT-FAÇANA

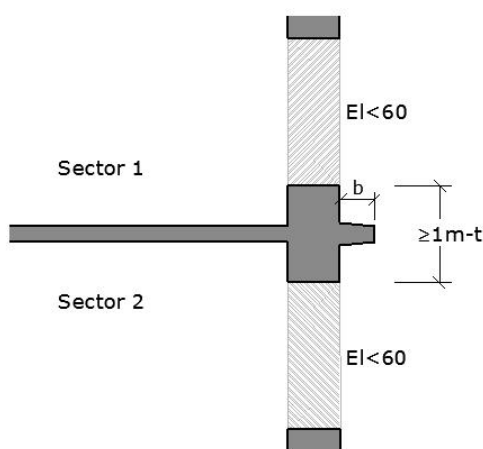


FIGURA 4.3.2.8. TROBADA FORJAT-FAÇANA AMB ELEMENT SORTINT

4.3.2.4. Propagació superficial

La classe de reacció al foc dels materials que ocupen més del 10% de la superfície dels acabats exteriors de les façanes o de les superfícies interiors de les cambres ventilades que puguin existir en dites façanes, seran B-s3,d2 fins a una altura de 3,5 m com a mínim, en aquelles façanes on l'arrencada inferior sigui accessible al públic des de la rasant exterior o des de una coberta, i en tota l'alçada de la façana quan aquesta excedeixi de 18m, amb independència d'on es produeixi l'arrencada.

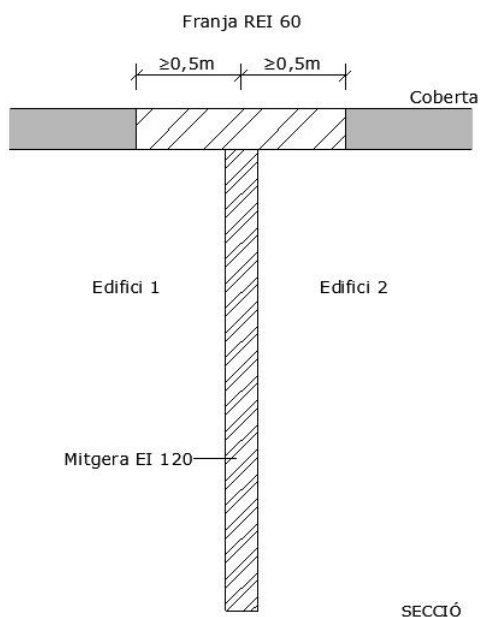
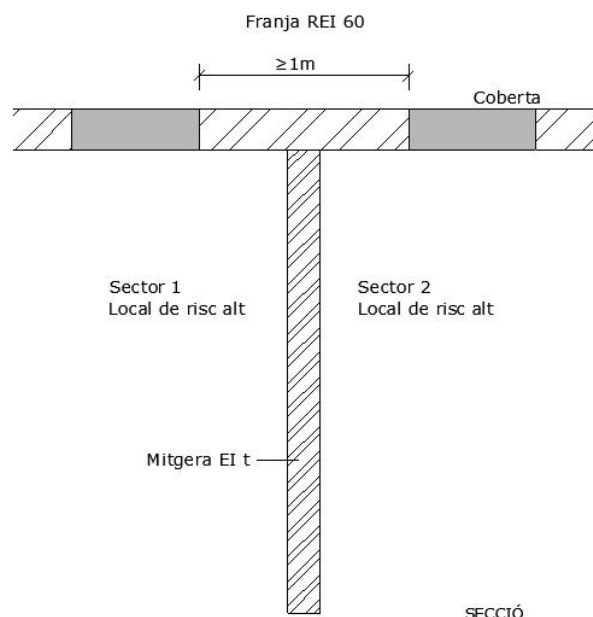
4.3.3 Cobertes

S'estableixen les condicions per limitar el risc de propagació exterior per la coberta i, també, superficialment pel seu acabat exterior.

Propagació exterior

Per tal de limitar el risc de propagació exterior de l'incendi per la coberta, entre dos edificis confrontants o en un mateix, la coberta haurà de tenir una resistència al foc de REI 60, com a mínim en una franja de:

- 0,50m d'amplada mesurada des de l'edifici adjacent (veure figura 4.3.3.1.)
- 1m d'amplada situada sobre la trobada de la coberta amb qualsevol element compartimentador d'un sector d'incendi o d'un local de risc especial alt (veure figura 4.3.3.2.).


FIGURA 4.3.3.1. FRANJA \geq REI 60 ENTRE EDIFICIS

FIGURA 4.3.3.2. FRANJA \geq REI 60 ENTRE SECTORS

Com alternativa a la condició anterior es pot optar a perllongar l'element de mitgera o l'element compartimentador 0,60m per sobre de l'acabat de coberta (veure figura 4.3.3.3.).

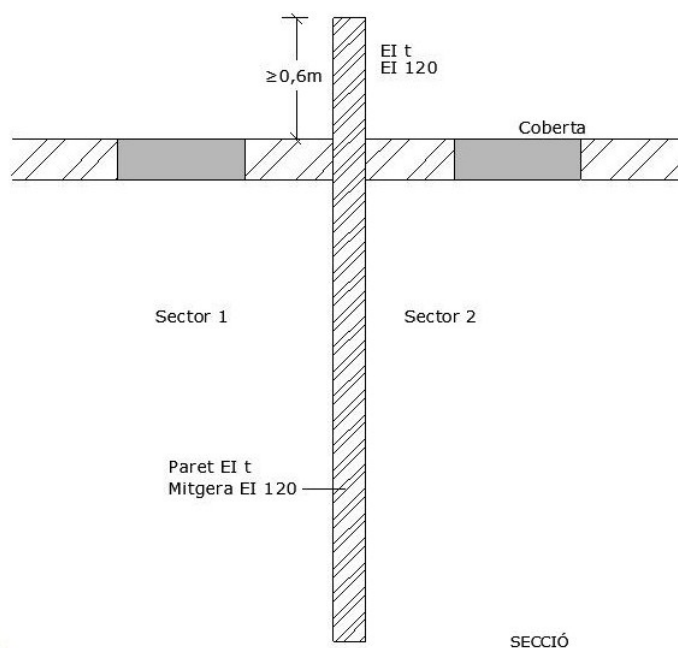


FIGURA 4.3.3.3. PERLLONGACIÓ MITJERA O ELEMENT COMPARTIMENTADOR

Per a la trobada entre una façana i una coberta de sectors d'incendi o edificis diferents, s'ha de complir la següent relació entre:

- la distància d , en projecció de la façana a qualsevol zona de coberta resistent al foc $< EI 60$.
- L'alçada h , sobre la coberta a la que ha d'estar qualsevol zona de façana resistent al foc $< EI 60$

Distància d (m)	≥2,50	2,00	1,75	1,50	1,25	1,00	0,75	0,50	0
Alçada h (m)	0	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	5,00

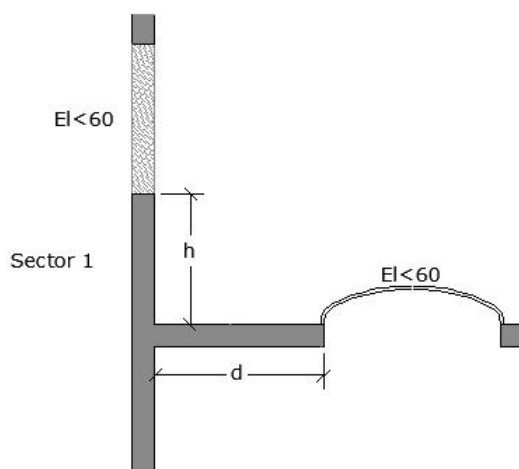


FIGURA 4.3.3.4. TROBADA COBERTA-FAÇANA

4.3.3.2. Propagació superficial

El materials que ocupin més del 10% del revestiment o acabat exterior de les zones de coberta situades a menys de 5m de distància de la projecció vertical de qualsevol zona de façana del mateix o d'un altre edifici, que la resistència al foc no sigui almenys EI 60, inclosa la cara superior de les volades si excedeixen d'1m, així com lluerners, claraboies i qualsevol altre element d'il·luminació o ventilació, han de pertànyer a la classe de reacció del foc $B_{\text{roof}} (t1)$. Veure taula 4.3.3.2.

TAULA 4.3.3.2. CLASSIFICACIÓ REACCIÓ AL FOC

CLASSIFICACIÓ DE LES COBERTES I ELS RECOBRIMENTS DE COBERTES DAVANT UN FOC EXTERIOR en base a la norma UNE ENV 1187:2003	
$B_{\text{roof}} (t1)$ Dóna compliment a tota una sèria de condicions fixades per l'assaig	$F_{\text{roof}} (t1)$ No té cap comportament determinat

A l'annex II del RD 312/2005 s'estableix una classificació de les cobertes i els recobriments de cobertes (producte que constitueix la capa superior del conjunt de la coberta) davant un foc exterior en base a la norma UNE ENV 1187:2003.

Aquesta norma preveu tres mètodes d'assaig diferents ($X_{\text{roof}} (t1)$, $X_{\text{roof}} (t2)$ i $X_{\text{roof}} (t3)$) que corresponen a diferents escenaris de risc d'incendi. ($t1$ = "pavesa" en flames; $t2$ = "pavesa" en flames + vents; $t3$ = "pavesa" en flames + vent + radiació). En territori espanyol, els productes afectats per aquesta classificació cal que ho siguin segons l'assaig $X_{\text{roof}} (t1)$. Cada estat membre de la Unió Europea escull l'assaig aplicable en el seu territori.

També al mateix annex II es classifiquen, sense necessitat d'assaigs, algunes cobertes i recobriments d'aquestes segons la seva reacció davant d'un foc exterior, com per exemple, pissarres, teules, xapes metàl·liques planes i perfilades o productes destinats a ser coberts totalment en utilització normal amb graves o lloses de pedra.

4.4. SI 3 Evacuació dels ocupants

4.4.1 Principis generals

Aquest és un dels punts més importants del DB SI. És necessari i imprescindible que hi hagi en les edificacions mitjans per a l'evacuació dels ocupants i a la vegada accessos per als serveis d'emergència, de tal forma que:

- Els ocupants situats en qualsevol punt de l'edifici puguin escapar a un espai segur.
- Els equips de rescat, els bombers, tinguin accés a l'edifici, puguin inspeccionar-lo i sortir-ne amb total seguretat.

La seguretat dels ocupants durant l'evacuació en cas d'incendi es pot aconseguir mitjançant:

- El disseny i la disposició de les vies de sortida per garantir l'evacuació dels ocupants en condicions de seguretat fins a un lloc segur.
- Separació de les vies de sortida respecte els espais adjacents mitjançant elements separadors resistents al foc i al pas del fum.
- Ús de mecanismes per al control del foc.
- Limitació de la capacitat de la producció del foc i fum de revestiment de les parets, sostres i terres de les vies d'evacuació.

Les vies d'evacuació, per a que siguin adequades han de tenir les següent característiques:

- Sistema d'enllumenat d'emergència.
- Senyalització dels diferents recorreguts d'evacuació i sortides d'emergència.
- Sistema de subministrament d'energia d'emergència per a les instal·lacions de seguretat contra incendis per assegurar el seu funcionament durant l'emergència.
- Dispositius de seguretat en les portes, (barres d'emergència, etc).
- Sistemes d'informació en cas d'emergència.

4.4.2. Anàlisi de les condicions d'evacuació

Les condicions d'evacuació de tot edifici han de permetre el desplaçament de tots els seus ocupants fins a un lloc suficientment segur, en un temps adequat en funció del risc previsible i assegurant uns mínims de seguretat.

Tal i com diu la norma, un lloc segur s'ha de considerar, en general, l'espai obert exterior públic o privat, capaç d'assegurar el lliure desplaçament de persones i la recepció d'ajudes de l'exterior. Això comporta analitzar els següents aspectes:

- Capacitat dels espais oberts pròxims a les sortides de l'edifici o recinte, per assegurar la ràpida dispersió dels ocupants i evitar el col·lapse de l'evacuació a l'interior de l'edifici.
- Adequació dels espais exteriors i vies de circulació per assegurar un grau suficient per l'aproximació i maniobres dels mitjans i vehicles de bombers.

La necessitat de que l'evacuació es dugui a terme en un temps adequat ens porta analitzar els factors que poden possibilitar aquest requisit:

- Nombre i disposició de mitjans d'evacuació.
- Longitud dels recorreguts d'evacuació.
- Dimensionament dels mitjans d'evacuació, es a dir, que aquets tinguin l'amplada adequada per assegurar el cabal necessari en el desplaçament de persones o bé la suficient superfície per allotjar als ocupants en condicions de risc reduït quan es tracte d'un mitjà d'evacuació protegit.

Per que l'evacuació es realitzi en condicions de seguretat per als ocupants exigeix tenir en compte uns requisits:

- Protecció de determinats mitjans d'evacuació davant l'acció del foc, fum i gasos.
- Adequació del disseny constructiu i funcional a les necessitats imposades per d'utilització sota situacions d'emergència.
- Senyalització que permet identificar tant la situació de les sortides previstes com els recorreguts fins a elles.
- Il·luminació suficient, inclòs en fallada del subministrament d'energia elèctrica.

4.4.3. Criteris de disseny

En tot edifici habitable, els mitjans que ens han de permetre l'evacuació assoleixen la categoria de màxima importància, i per això han de rebre una atenció prioritària respecte a qualsevol altre aspecte en matèria de seguretat contra incendis. L'evacuació d'un edifici en cas d'emergència es realitza utilitzant, amb algunes excepcions, els mitjans d'accés i circulació habituals, així com altres mitjans específics destinats a situacions d'emergència quan els habituals restin inadequats o insuficients. Per això les condicions d'evacuació afecten i condicionen de forma molt diversa el disseny de cada edifici, en funció de la seva configuració general, distribució funcional, grau i tipus d'ocupació, activitats que s'hi desenvoluparan, etc. En molts casos, el correcte disseny dels mitjans habituals d'accés i de circulació serà capaç d'assegurar l'evacuació en situacions d'emergència, i potser en alguns casos, introduint alguna modificació d'escassa importància. Però, en altres ocasions aquets poden arribar a ser un dels condicionals funcionals més important i prioritari, arribant al punt, d'impossibilitar el disseny de determinats recintes, locals, o edificis per a ser destinats a uns usos o activitats concrets.

En el moment de dissenyar els mitjans d'evacuació, no es pot donar per suposat que els ocupants comencin a desallotjar l'edifici des de el moment en que s'origina la situació d'emergència, degut a que des de el moment que sorgeix el sinistre fins a l'inici de l'evacuació, transcorrent en realitat, un seguit d'etapes:

- Percepció o detecció del sinistre.
- Pressa de consciència de dita percepció o detecció.
- Pressa de consciència del risc que implica.
- Avaluació del risc i de la possible resposta: intent de control del sinistre o evacuació.
- Preparació per l'evacuació.

La duració de cada una de les etapes anteriors pot ser molt variable, en funció del lloc on s'inicia el sinistre, del tipus d'ocupants i de l'activitat, dels mitjans de detecció i alarma existents en l'edifici i, molt especialment, si hi ha implantat un pla de seguretat, formació i entrenament dels ocupants, la definició de diferents hipòtesis bàsiques de risc, difusió d'esquemes operatius d'actuacions en situació d'emergència, etc.

En molts casos, el temps de les etapes anterior a l'inici d'evacuació sol ser superior al temps d'evacuació pròpiament dit..

Per altre banda, la hipòtesis d'evacuació total i simultània en edificis o recintes de gran ocupació té com a conseqüència la necessitat d'ampliar la superfície útil dedicada als corredors i les escales. També en aquest aspecte, l'existència de plans de seguretat que estableixen pautes i estratègies d'evacuació parcial, seqüencial o selectiva permeten dissenyar els plans d'evacuació més òptims.

4.4.4. Restriccions en el recorregut d'evacuació ascendent

Excepte en el cas de les zones d'ús aparcament, de les zones d'ocupació nul·la i de les zones ocupades únicament per personal de manteniment o de control de serveis, no es consideren vàlids els recorreguts d'evacuació que hagin de salvar, sempre en sentit ascendent, una alçada d'evacuació superior a la indicada en la taula 4.4.4.

És a dir, no es podran destinar a presència habitual de persones les zones que superin les alçades d'evacuació ascendent que fixa la taula següent:

TAULA 4.4.4

Ús previst i zona	Màxima alçada a salvar	
	Fins a una sortida de planta	Fins a l'espai exterior segur
En general	4 m	6 m
Hospitalari (no es limita en zones de radioteràpia) Docent, escola infantil o primària	1 m	2 m

4.4.5 Elements d'evacuació

L'evacuació de l'edifici consisteix en garantir que els ocupants situats en qualsevol punt ocupable del mateix (origen d'evacuació) puguin abandonar-lo sortint a un espai exterior segur o bé arribar a un lloc segur dins del mateix edifici (refugi).

S'ha de fer en condicions de seguretat a través dels elements d'evacuació que s'agrupen, genèricament, en els recorreguts (portes, passadissos, rampes, escales i ascensors) i les sortides d'evacuació (de planta, d'edifici i d'emergència).

Els elements d'evacuació han de complir les condicions de seguretat d'utilització del DB SU i les següents condicions de seguretat en cas d'incendi que estan definides en la secció SI 3 i en l'Annex A de terminologia.

4.4.5.1 Origen d'evacuació

Es considera com a origen d'evacuació (veure figura 4.4.5.1.):

a) qualsevol punt ocupable d'un edifici

b) qualsevol punt ocupable dels locals de risc especial i d'altres zones d'ocupació nul·la. Es considera com a inici del recorregut d'evacuació però no comptabilitza a efectes de determinar l'alçada d'evacuació de l'edifici o el nombre d'ocupants.

Exceptuant l'interior dels habitatges i de qualsevol recinte o conjunt de recintes en els que la densitat d'ocupació no sigui més gran d'1 persona/5 m² i la superfície total no excedeixi dels 50 m² (com per exemple habitacions d'hotel, residència o hospital, despatxos, etc.)

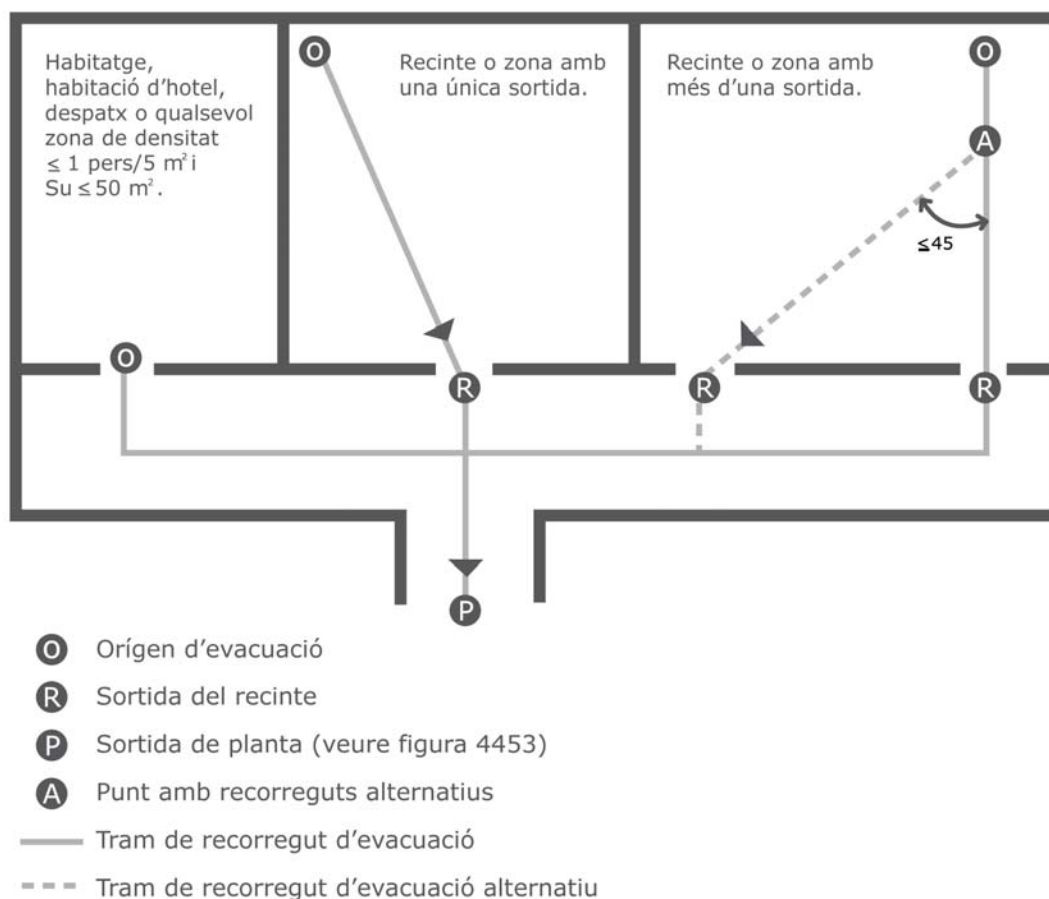


FIGURA 4.4.5.1. ORIGENS D'EVACUACIÓ

4.4.5.2 Alçada d'evacuació

És la màxima diferència de cotes entre un origen d'evacuació i la sortida de l'edifici que li correspongui. A efectes de determinar l'alçada d'evacuació d'un edifici no es consideren les plantes en les quals únicament existeixin zones d'ocupació nul·la.

L'alçada d'evacuació, tal i com es representa en la figura 4.4.5.2., pot ser descendent o ascendent, en funció del sentit d'evacuació.

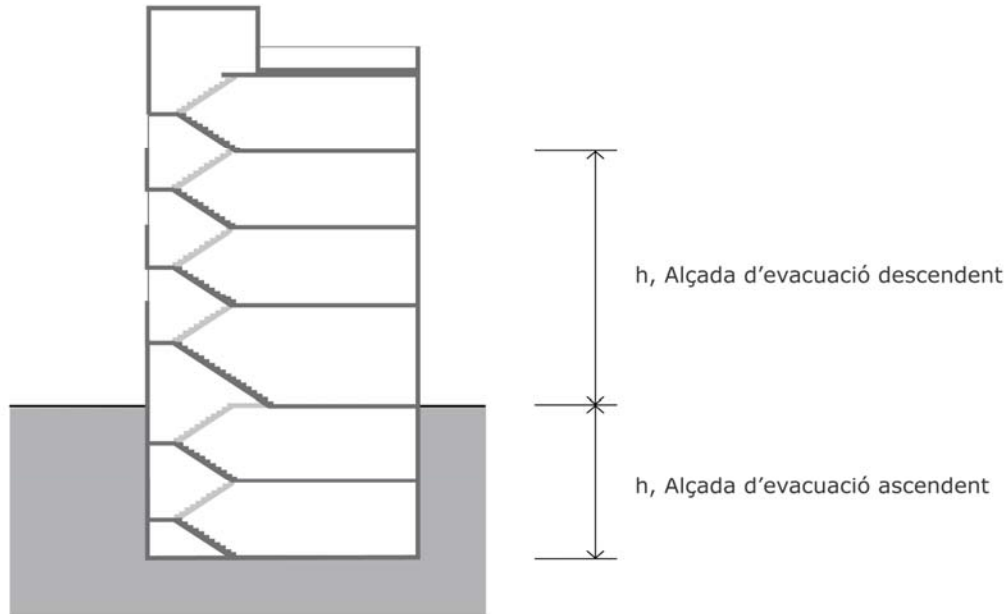


FIGURA 4.4.5.2. TIPUS ALÇADA D'EVACUACIÓ

4.4.5.3 Sortides d'evacuació

Es considera com final d'un recorregut d'evacuació la sortida de planta, de l'edifici i d'emergència. Veure figura 4.4.5.3. on es mostren les diferents sortides de planta.

- *Sortida de planta.* Es considera a algun dels següents elements que poden estar situats tant en la mateixa planta com en un altra diferent:

a) L'arrencada d'una escala no protegida que condueixi a una planta de sortida de l'edifici, i que no tingui un ull o forat central amb una àrea en planta més gran que 1,30 m². tanmateix, no es pot considerar com a sortida de planta quan la planta estigui comunicada amb altres per buits diferents de les escales.

b) Una porta d'accés a una escala protegida, un passadís protegit o un vestíbul d'independència d'una escala especialment protegida que tingui capacitat suficient i condueixi a una sortida d'edifici.

Quan es tracti d'una sortida de planta des de zona d'hospitalització o de tractament intensiu, els elements han de tenir una superfície de com a mínim 0,70 m² o 1,50 m², respectivament, per cada ocupant. En el cas d'escales, aquesta superfície es refereix al replà de la planta considerada, admet-ne la seva utilització per activitats d'escàs risc, com les sales d'espera, etc.

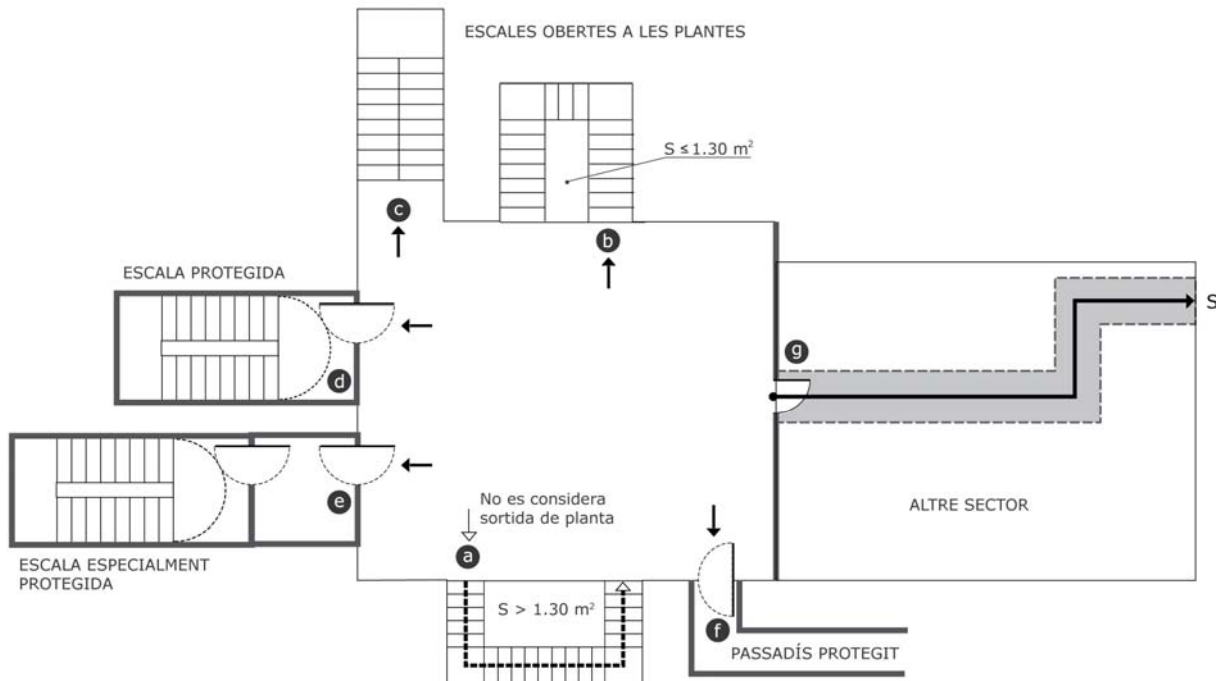
c) Una porta de pas, a través d'un vestíbul d'independència, a un sector d'incendi diferent o alternatiu que existeixi a la mateixa planta, sempre que el sector inicial tingui una altre sortida de planta que no condueixi al mateix sector alternatiu. El sector alternatiu tingui una superfície en zones de circulació suficient per albergar als ocupants del sector inicial, a raó de 0,5 m² / persona, considerant únicament els punts situats a menys de 30 m de recorregut des de l'accés al sector. En ús hospitalari aquesta superfície es determina conforme el punt b) anterior.

L'evacuació del sector alternatiu no pot confluir amb la del sector inicial en cap altre sector d'incendi, excepte quan ho faci en un sector de risc mínim.

d) Una sortida de l'edifici.

- *Sortida de l'edifici.* És la porta o el forat de sortida a un espai exterior segur. En un cas particular, els establiments situats en àrees consolidades amb una ocupació no superior a 500 persones, s'admet com a sortida d'edifici aquella que comuniqui amb un espai exterior que disposi de dos recorreguts alternatius que no excedeixin de 50 m fins a dos espais segurs.

- *Sortida d'emergència:* sortida de planta o d'edifici prevista per ser utilitzada exclusivament en cas d'emergència i que està senyalitzada d'acord amb això.



- a Escala oberta a la planta amb forat d'escala superior a 1,30 m². No es considera sortida de planta.
- b Escala oberta a la planta amb forat d'escala no superior a 1,30 m².
- c Escala oberta a la planta sense forats de comunicació entre plantes.
- d Porta d'accés a una escala protegida.
- e Porta d'accés al vestíbul previ d'una escala especialment protegida.
- f Porta d'accés a un pas protegit connectat a una escala protegida o especialment protegida.
- g Porta de pas a un sector d'incendi diferent de la mateixa planta sempre i quan:
 - La planta tingui una altra sortida de planta.
 - L'altre sector alternatiu disposi de superfície lliure 0,5 m²/persona del sector inicial (excepte ús hospitalari).
 - L'evacuació no coincideix en cap lloc amb la d'altres sectors. Excepte en un sector de risc baix.

FIGURA 4.4.5.3. SORTIDES DE PLANTA

4.4.5.4 Espai exterior segur

És aquell espai en el que es pot donar per finalitzada l'evacuació dels ocupants de l'edifici, per que compleix les condicions següent:

- Permet la dispersió dels ocupants que abandonen l'edifici, en condicions de seguretat. És a dir, davant de cada sortida d'edifici que comuniqui amb ell: superfície $\geq 0,5P$ m², dins de la zona delimitada amb un radi $0,1P$ m de distància des de la sortida d'edifici, sent P el nombre d'ocupants l'evacuació dels quals estigui prevista per l'esmentada sortida.

- Permet una àmplia dissipació de la calor, el fum i els gasos produïts per l'incendi.
- Permet l'accés dels bombers i dels mitjans d'ajuda als ocupants.
- Si l'espai considerat no està comunicat amb la xarxa viària o amb altres espais oberts no es pot considerar cap zona situada llevat 15 m de qualsevol part de l'edifici. A excepció de quan estigui dividit en sectors d'incendi estructuralment independents dintre seu i amb sortides també independents a l'espai exterior, en tal cas l'esmentada distància es podrà aplicar únicament respecte del sector afectat per un possible incendi.
- La coberta d'un edifici es pot considerar com a espai exterior segur sempre que, més les condicions anterior, la seva estructura sigui totalment independent de la de l'edifici amb sortida a l'esmentat espai i un incendi no pugui afectar simultàniament a tots dos.

4.4.5.5 Recorregut d'evacuació

Trobem dos tipus, els recorreguts d'evacuació i els recorreguts d'evacuació alternatius.

Recorreguts d'evacuació:

És aquell que condueix des d'un origen d'evacuació fins a una sortida de planta o fins a una sortida d'edifici. Està format per portes, passadissos, escales, rampes i ascensors d'emergència. De forma general ha de complir:

- Longitud del recorregut:
 - > S'ha de mesurar sobre l'eix de passadissos, escales i rampes.
 - > Degut a que el recorregut acaba en la sortida de planta, un cop assolida aquesta sortida la longitud del recorregut no computa a efectes de compliment dels límits de longitud de recorregut d'evacuació.
- Limitacions:
 - > Els recorreguts que tinguin el seu origen en zones habitades no poden travessar les zones de risc especial definides en SI .1.2. Tanmateix, poden travessar aparcaments, quan es tracti dels recorreguts d'evacuació addicionals que precisin les esmentades zones i en cap cas dels recorreguts principals.
 - > No es consideren vàlids els recorreguts per escales mecàniques, ni aquells en els que existeixin torns o altres elements que puguin dificultar el pas.
 - > Els recorreguts per rampes i passadissos mòbils es consideren vàlids quan no sigui possible la seva utilització per persones que traslladin carros per al transport d'objectes i estiguin equipats amb un dispositiu de parada que pugui activar-se bé manualment, o bé automàticament per un sistema de detecció i alarma.

Ús d'aparcament els recorreguts poden transcórrer pels carrils de circulació de vehicles, o bé itineraris de vianants protegits davant l'invasió de vehicles, conforme el que estableix l'apartat 3 del DB SUA 7.

En establiments comercials en els que està previst l'ús de carros per al transport de productes, els punts de pas a través de caixes de cobro no poden considerar-se com elements d'evacuació. En aquests casos es disposarà de sortides intercalades en la bateria de caixes, dimensionades a partir de l'apartat 4.2 de la secció SI 3 i separades de forma que no hi hagi més de 10 caixes entre dos sortides consecutives. Per a una bateria de cinc caixes es disposarà una sortida com a mínim, i per deu caixes un parell de sortides.

En establiments en el que no estigui previst l'utilització de carros, els punts de pas entre caixes es podran considerar elements d'evacuació sempre i quan l'amplada lliure sigui 0,70 m com a mínim

Recorregut d'evacuació alternatiu

Es considera que dos recorreguts d'evacuació que condueixen des d'un origen d'evacuació fins a dues sortides de planta o edifici diferents són alternatius quan:

- En l'esmentat origen formen dintre seu un angle més gran que 45° o bé,
- Estan separats per elements constructius que siguin ei-30 i impedeixin que els dos recorreguts puguin quedar simultàniament bloquejats pel fum.

4.4.5.6 Vestíbul d'independència

És un recinte d'ús exclusiu per a la circulació situat entre dos recintes o zones amb la finalitat d'aportar una major garantia de compartimentació contra incendis i que únicament pot comunicar amb les zones a independitzar, lavabos de planta i amb ascensors. Complirà les següents condicions:

- Les seves parets seran EI 120 i les seves portes EI₂ 30 C5.
- Els vestíbuls d'independència de les escales especialment protegides disposaran de protecció davant el fum conforme a alguna de les alternatives establertes per les esmentades escales.
- Els que serveixin a un o varis locals de risc especial, segons el que estableix l'apartat 2 de la secció SI 1, no podran utilitzar-se en els recorreguts d'evacuació de zones habitables.
- La distància mínima entre els contorns de les superfícies escombrades per les portes del vestíbul han de ser com a mínim 0,50 m.
- Els vestíbuls d'independència situats en un itinerari accessible han de poder contenir un cercle de diàmetre 1,20 m lliure d'obstacles i de l'escombrat de les portes. Quan el vestíbul disposi d'una zona de refugi, aquest cercle haurà de tenir un diàmetre de 1,50 m i podrà envair una de les places reservades per a usuaris en cadira de rodes. Els mecanismes d'obertura de les portes dels vestíbuls estaran a una distància de 0,30 m, com a mínim, de la trobada amb la cantonada de la paret que contingui la porta.

4.4.5.7 Ascensor d'emergència

Aquest tipus d'ascensors s'instal·len als edificis per permetre als bombers accedir ràpidament i amb un grau raonable de seguretat als pisos més alts o més baixos, de manera que els bombers estalviïn forces de cara a les tasques d'extinció.

Un altre objectiu d'aquest ascensor es permetre l'evacuació de les persones amb dificultat de moviments o discapacitats.

Un ascensor d'emergència ha de complir les següents característiques:

- A cada planta, disposarà d'un accés al recinte d'una escala protegida o al vestíbul d'independència d'una escala especialment protegida a través d'una porta E30. En cas que l'accés sigui dins el recinte de l'escala especialment protegida no és necessari disposar de la porta E30.
- Capacitat de càrrega mínima: 630 kg.
- Dimensions mínimes de la cabina: 1,10 m x 1,40 m (per a ús hospitalari: 1,20 m x 2,10 m) i una amplada de pas mínima de 1 m.
- Una velocitat que permeti efectuar tot el recorregut en menys de 60 s.

- Accessible segons el DB SUA i pròxim, a cada planta, a una zona de refugi.
- A la planta d'accés de l'edifici es disposarà d'un polsador junt al control de l'ascensor, rere una tapa de vidre, amb la inscripció "ÚS EXCLUSIU BOMBERS". L'activació del polsador ha de provocar l'enviament de l'ascensor a la planta d'accés i permetre la maniobra només des de la cabina.
- En cas de fallada del subministrament elèctric normal, l'alimentació es passarà a realitzar des d'una font pròpia amb una autonomia de 1 hora com a mínim.
- El nombre necessari d'ascensors d'emergència es determinarà en funció de la previsió d'ocupants en la totalitat de l'edifici, a raó d'un per cada 1.000 ocupants o fracció.

4.4.6 Compatibilitat dels elements d'evacuació

La secció del CTE SI- 3 Evacuació d'ocupants estableix unes condicions imprescindibles segons l'ús de l'edifici. Per a establiments d'ús comercial i pública concurrència, sense importar la superfície construïda, i els d'ús docent, hospitalari, residencial públic o administratiu que la seva superfície construïda sigui $>1500 \text{ m}^2$ i estiguin integrats en un edifici destinat a un ús principal diferent, hauran de complir dues condicions:

- Les sortides d'ús habitual i els recorreguts fins a l'espai exterior segur estaran situats en elements independents de les zones comuns de l'edifici i compartimentats. Tot i això, aquests elements es podran utilitzar com sortides d'emergència d'altres zones de l'edifici.
- Les sortides d'emergència poden comunicar amb un element comú d'evacuació de l'edifici a través d'un vestíbul d'independència.

La norma també indica que com a excepció, els establiments d'ús de pública concurrència que la seva superfície total no superi 500 m^2 i estiguin integrats en centres comercials podran tenir sortides d'ús habitual o d'emergència a les zones comuns de circulació del centre. Però quan la superfície superi els 500 m^2 , com a mínim les sortides d'emergència hauran de ser independents respecte les zones comuns.

4.4.5 Càlcul d'ocupació

Per dimensionar el diferents mitjans d'evacuació, resulta imprescindible avaluar prèviament el nombre d'ocupants previstos en cada zona, recinte o planta, etc. Aquest avaluació s'ha de realitzar considerant la hipòtesis de màxima ocupació possible en cada zona, sempre que sigui compatible amb el desenvolupament de l'activitat prevista inclòs alguna altre activitat probable o esporàdica que pugui suposar una ocupació més alta.

En cap cas s'ha de considerar hipòtesis d'ocupació inferiors a les màximes possibles. Ni tampoc hipòtesis que justifiquin ocupacions inferiors gracies a un determinat condicionament interior, mobiliari, etc.

En canvi, poden aplicar-se criteris d'ocupació alternativa de recintes o zones quan resulti evident que el seu ús mai tindrà lloc de manera simultània.

Així mateix, es correcte suposar sense ocupació les zones o recintes accessibles únicament a efectes de manteniment, reparació i control (com sales de maquinària, locals tècnics, etc.)

Apunts a tenir compte alhora de dissenyar elements d'evacuació segons el grau d'ocupació:

- En elements de pas per a l'evacuació, les densitats superiors a 4,5 persones/m² el provoquen el col·lapse i el bloqueig final de les vies d'evacuació
- Els canvis de direcció o els angles en passadissos no influeixen de manera significativa, en canvi, la inclinació (cas de rampes) afecta en gran mesura.. Cada grau d'inclinació ascendent redueix el flux unitari de persones aproximadament un 2%, i cada grau d'inclinació descendent l'incrementa un 2%, decreixent quan supera una inclinació de fins a 7°.
- El flux de persones, que és el nombre de persones que passa per unitat de temps per cada metre d'ample d'un element d'evacuació com poden ser les portes, passadissos, escales, etc., s'incrementa quan hi ha circumstàncies favorables com: el grau d'entrenament dels ocupants, l'organització i la familiaritat amb l'edifici. Encara que també es poden donar condicions desfavorables quan hi ha presència de gent gran, nens, grups familiars, etc.
- En el desplaçament de persones a través d'obstacles puntuals que no redueixin l'amplada de l'element en més d'un 25%, com poden ser forats, portes o estretaments: quan es tracta de desplaçaments canalitzats, el cabal de persones no redueix gaire la velocitat ni el flux en el pas. No és així quan la lliure convergència de persones no canalitzades cap una porta o forat de pas provoca que es formin una sèrie d'arcs al voltant del mateix, amb una gran reducció del flux i la velocitat de pas respecte al que tindrien en un desplaçament canalitzat.

La *taula 2.1 Densitats d'ocupació* del DB SI 3-2 determina, segons l'ús previst de la zona i el tipus d'activitat, la densitat d'ocupació (m²/persona) tot i que hi ha vegades que per aplicació d'alguna disposició legal l'ocupació pot ser major o menor, com pot ser el cas d'establiments hospitalaris, docents, hotelers, etc. Aquesta mateixa taula determina el nombre d'ocupants P d'una zona, sector o edifici amb l'expressió:

$$P = \text{Superfície útil} \times \text{Densitat d'ocupació}$$

Com s'ha comentat anteriorment, per a determinar l'ocupació s'ha de tenir en compte el caràcter simultani o alternatiu de les diferents zones d'un edifici. També és important considerar les possibles utilitzacions especials i circumstàncies de determinades zones, quan pugui suposar un augment important de l'ocupació en comparació amb l'ús normal previst.

A mode informatiu, la taula estableix per un ús residencial vivenda una densitat d'ocupació de 20 m²/persona, al igual que zones d'allotjament residencial públic. En canvi, per un ús de pública concurrència s'estableix una densitat d'ocupació, en general, de 0,25 a 4 m²/ persona.

4.4.6 Nombre de sortides i longituds del recorreguts d'evacuació

Un recorregut d'evacuació es aquell que va des de un origen d'evacuació fins a una sortida de planta o una sortida de l'edifici, aquest darrer considerat una porta a un espai exterior segur.

Segons el nombre de sortides per planta, la taula 3.1 Nombre de sortides i longitud de recorreguts d'evacuació del DB SI 3-3 indica les condicions d'ocupació, de longitud de recorregut d'evacuació i l'altura d'evacuació.

En general, els ocupants d'un determinat àmbit (zona, recinte, planta pis o planta sortida de l'edifici) haurien de disposar de més d'una sortida del mateix, davant la possibilitat que la única sortida o el recorregut fins a ella puguin quedar inutilitzats per un incendi.

Tot i això, la norma permet que en àmbits que no tinguin associats un grau especial de risc, l'ocupació no sigui excessiva i la sortida es trobi pròxima a qualsevol punt d'evacuació hi hagi una sola sortida. Ja que s'entén que els ocupants poden arribar a la sortida abans que aquesta quedi inutilitzada.

4.4.6.1. Plantes o recintes amb una única sortida de planta

La normativa admet plantes o recintes amb una única sortida d'emergència si compleixen les condicions següents:

- Per a ús hospitalari no s'admeten plantes amb només una sortida si la superfície supera els 90m².
- Com a norma general, la ocupació no pot excedir de 100 persones, excepte en el cas d'un conjunt de vivendes que el límit d'ocupació és 500 persones.
- En canvi per a escoles infantils, de primària o secundària la ocupació no pot superar els 50 alumnes, degut a la complicació que comporta aquest tipus d'evacuacions.
- La longitud dels recorreguts d'evacuació per a plantes amb una sola sortida no pot excedir, en general, de 25 m. Però la norma permet augmentar aquesta distància en 35m si es tracta d'un aparcament o 50m si la sortida és directe a un espai exterior segur i la ocupació d'aquest recinte no excedeix de 25 persones o es tracta d'un espai a l'aire lliure.

Aquests 25 m és una distància que fixa la norma ja que considera que es el que pot recórrer un persona normal sense respirar.

Per aplicar els criteris anteriors s'ha de considerar que els recorreguts d'evacuació interior a vivendes, habitacions allotjament en hotels, residències o establiments assistencials o despatxos d'oficines que la seva ocupació no superi 5 m²/persona i la superfície no excedeixi de 50 m², únicament ha de ser avaluats des de la porta de sortida dels mateixos.

4.4.6.2. Plantes o recintes amb dues o més sortides de planta

En aquest cas, la distància del recorregut d'evacuació no pot excedir de 50m, reduint-ne a 35m per a ús hospitalari o escoles infantils o de primària. O 75m si es tracta d'un espai al aire lliure.

Totes les longituds dels recorreguts d'evacuació de la norma es poden augmentar un 25% si es tracta de sectors d'incendi protegits amb una instal·lació automàtica d'extinció.

4.4.7 Dimensionat dels mitjans d'evacuació

Per al càlcul del dimensionat dels mitjans d'evacuació el document bàsic fixa uns criteris per a l'assignació dels ocupants, aquest son tres:

- Quan en una zona, i la norma considera zona qualsevol recinte, planta o edifici, hagi de disposar de més d'una sortida d'emergència, el càlcul de la distribució dels ocupants s'ha de dur a terme suposant inutilitzada una sortida d'emergència sempre sota la hipòtesi més desfavorable.
- Per al càlcul de la capacitat d'evacuació de les escales i la distribució dels ocupants, en el cas que siguin exigibles varies escales i aquestes no siguin protegides o no compartimentades, s'haurà de considerar alguna d'elles totalment inutilitzada, sempre sota la hipòtesi més desfavorables. No serà necessari si les

escales son protegides, especialment protegides o compartimentades de la mateixa manera que els sectors d'incendi.

- En la planta de desembarcament d'una escala, s'haurà d'afegir el flux de persones d'aquesta a la sortida de planta que correspongui per tal de determinar l'amplada d'aquesta. Aquest flux s'haurà de determinar a raó de 160a persones, sent a l'amplada en metres del desembarcament de l'escala.

La taula 4.1 Dimensionament dels elements d'evacuació del DB SI3-4 determina segons el pas de persones per aquell element en concret, les característiques geomètriques de portes, passos, rampes, escales, etc.

Com a norma general, les portes i passos no seran inferior a 0,80 m d'amplada, excepte en edificis d'ús hospitalari que hauran de ser com a mínim de 1,05 m d'amplada.

En corredors i rampes no seran inferiors a 1,00 m d'ample excepte per a ús hospitalari que seran de 2,20 m d'amplada. I els corredors i rampes situats en zones de venda en establiments d'ús comercial se'ls exigirà una amplada concreta, segons si superen o no els 400 m² de superfície construïda i si està previst l'ús de carros per al transport de productes.

Per a sales de públic amb seients fixos, la taula 4.1. del DB SI 3, determina el nombre màxim de seients per a cada fila segons si tenen una o dues sortides a corredors, l'amplada entre files i estableix l'obligatorietat d'un pas de 1,20 m d'amplada mínima cada 25 files. La norma no limita el nombre total de seient fixos, però si queda condicionat per la longitud dels recorreguts màxims d'evacuació fins alguna sortida del recinte.

L'amplada de les escales no protegides tindrà una amplada mínima major si és d'evacuació ascendents segons l'altura que no pas si és d'evacuació descendent ja que resulta molt més fàcil per a tothom baixar que no pujar.

En escales i corredors protegits es tindrà en compte per al càlcul de l'amplada la superfície útil de la zona d'on provenen les persones a evacuar, així com la suma d'ocupants de les diferents plantes que resten situades per sobre o per sota de l'edifici segons el tipus d'evacuació ascendent o descendent. Tot i això, l'amplada mínima mai podrà ser inferior a la que estableix el DB SUA 1-4.2.2 a la taula 4.1.

En passos, rampes i escales situades en zones a l'aire lliure l'amplada que marca la norma no es tant restrictiva degut al baix risc d'incendi que suposa.

La taula 4.2, del SI 3-4.2, ens indica la capacitat d'evacuació de les escales en funció de l'amplada. Per a escales no protegides, quan més ample és l'escala, més capacitat d'evacuació té. Tot i que si l'evacuació es ascendent la capacitat d'evacuació és redueix respecte a una escala no protegida d'evacuació descendent. Les escales no protegides per a una evacuació ascendent de més de 2,80 m no podrà servir a més de 100 persones segons la taula 5.1 del SI 3-5.

En escales protegides, sense distinció del tipus d'evacuació, quan més gran és l'amplada a més capacitat de persones pot servir.

4.4.8 Protecció de les escales

Les escales previstes per a evacuació poden tenir tres nivells de protecció: no protegides, protegides i especialment protegides.

Una escala protegida ha de ser de traçat continu des de l'inici fins al desembarcament a la planta de sortida de l'edifici que, en cas d'incendi es un recinte suficientment segur per que els ocupants puguin mantenir-se en el mateix durant un determinat temps.

Per a que una escala tingui la consideració d'escala protegida segons el DB SI, ha de complir els següent requisits:

1. Recinte destinat exclusivament a circulació i compartimentat de la resta del edifici mitjançant elements separadors EI 120.
2. El recinte té com a màxim dos accessos per cada planta, els quals es realitzen a través de portes EI₂ 60-C5 i des de espais de circulació comú i sense ocupació pròpia
3. En la planta de sortida de l'edifici, la longitud del recorregut des de la porta de sortida de l'edifici no pot excedir de 15, com a norma general.
4. El recinte ha d'estar previst de protecció contra el fum mitjançant un dels sistemes de ventilació natural, ventilació forçada mitjançant dos conductes independents o per sistema de pressió diferencial conforme a EN 12101-6:2005.

Les escales que reuneixen la consideració d'escales protegides i que a més disposen d'un vestíbul d'independència diferent en cada un dels seus accessos des de cada planta, el DB SI les considera escales especialment protegides.

La taula 5.1 del DB SI 3-5, indica les condicions de protecció que han de complir les escales previstes per a evacuació segons l'ús previst i si l'evacuació és ascendent o descendent. Per exemple, per a ús d'aparcament no son admeses les escales que no siguin especialment protegides indistintament del sentit o l'altura d'evacuació. Per edificacions amb un ús residencial vivenda si l'altura d'evacuació supera els 28 m haurà de ser per força escala especialment protegida.

Per a escales d'evacuació ascendent, si la altura d'evacuació supera els 6,00 m és obligatori que l'escala sigui protegida o especialment protegida.

4.4.9 Portes situades en recorreguts d'evacuació

Les portes previstes com a sortida de planta o d'edifici i les previstes per l'evacuació de més de 50 persones han de complir unes característiques per tal que no siguin un impediment en cas d'emergència. Han de ser abatibles en un eix vertical i que el dispositiu de tancament, o bé no actui quan hi hagi activitat en el recinte o sigui de fàcil i ràpida obertura. Es a dir, no podem restar tancades amb clau.

Els dispositius d'obertura mitjançant maneta o polsador hauran d'estar conforme a la norma UNE-EN 179:2009 per satisfer el requisit funcional que marca el DB SI 3-6, i per a dispositius d'obertura mitjançant barra horitzontal d'empenta o de lliscament conforme a la norma UNE EN 1125:2009.

Tota porta de sortida obrirà en el sentit d'evacuació quan:

- Estigui prevista per al pas de més de 200 persones en ús residencial o de 100 persones per a la resta d'usos.
- Estigui prevista per a més de 50 ocupants del recinte o espai en el que estigui situada.

Quan hi hagi portes giratòries, haurà de disposar-se de portes manuals contigua a elles, excepte en el cas que les giratòries siguin automàtiques i disposin de sistema per abatre les fulles manualment i en sentit d'evacuació amb una força no superior a 220 N.

Per a portes de vianants automàtiques, en general, han de disposar d'un sistema que en cas de fallada del subministrament elèctric o en cas d'emergència s'obri i es mantingui oberta en el sentit d'evacuació. Regulant els newtons màxims de força en funció del tipus de porta. Les portes de vianants automàtiques s'han de sotmetre obligatòriament a les condicions de manteniment conforme a la norma UNE-EN 12635:2002+A1:2009.

4.4.10 Senyalització dels mitjans d'evacuació

La senyalització és un complement fonamental per la correcta i eficaç utilització dels mitjans d'evacuació. A més, les senyals d'evacuació són els elements que la seva relació cost-seguretat resulta més rentable. Per això en casos de dubtes sobre la seva aplicació sempre s'ha d'optar per un criteri positiu que, a la vegada, s'ha d'imposar per sobre els criteris estètics.

En general, s'ha de senyalitzar tota zona, recinte o edifici, que la majoria dels seus usuaris no estiguin molt familiaritzats amb els mitjans d'evacuació i la seva utilització.

Les senyals d'evacuació hauran d'estar conforme a la norma UNE-EN 23034:1988 i als següents criteris:

- Les sortides de recinte, de planta o d'edifici tindran una senyal amb el rètol de "Sortida", excepte en edificis d'ús residencial vivenda i, en altres usos si es tracta de sortides de recinte i no superen els 50 m² de superfície.
- La senyal amb el rètol de "Sortida d'emergència" s'utilitzarà per a sortides d'ús exclusiu en cas d'emergència.
- Es disposaran senyals indicatives de la direcció del recorregut d'evacuació des de tot origen de recorregut on no es distingeixi la sortida. També s'utilitzaran aquest tipus de senyalització quan en algun punt del recorregut d'evacuació i hagin alternatives que puguin induir a l'error.
- En cap cas la senyalització es col·locarà en les fulles de les portes, ja que un cop obertes aquestes els rètols deixen de tenir funció.
- De la mateixa manera, aquelles portes que no siguin sortida i que puguin induir a l'error es senyalitzarà amb el rètol de "Sense sortida".
- Els itineraris accessibles per a persones amb discapacitat que condueixin a una zona de refugi o a un sector d'incendi alternatiu previst per a l'evacuació de persones amb discapacitat, o a una sortida de l'edifici es senyalitzaran tal i com especifica la norma i acompanyat del SIA.
- Les superfícies de zona de refugi es senyalitzarà mitjançant diferent color del paviment i amb el rètol de "ZONA DE REFUGI" acompanyat del SIA.

Les senyals han de ser visibles en qualsevol cas, si són fotoluminescents compliran el que estableix la norma UNE 23035-1:2003, UNE 23035-2:2003 i UNE 23035-4:2003 i es realitzarà el manteniment conforme a la norma UNE 23035-3:2003.

Els senyals de seguretat indicatius de sortides i mitjans manuals de protecció contra incendis han de disposar d'enllumenat d'emergència segons el DB SUA 4 "Seguretat enfront del risc causat per il·luminació inadequada". La il·luminació ha de complir els següents requisits:

1. Luminància de qualsevol àrea de color de seguretat de la senyal ha de ser $L \geq 2 \text{ cd/m}^2$ en totes les direccions de visió importants.
2. La relació entre les luminàncies màximes i mínimes dins el color blanc o de seguretat no ha de ser major a 10:1, intentant evitar variacions importants entre punts adjacents.
3. La relació entre la luminància L_{blanca} i la luminància $L_{\text{color}} > 10$, no serà menor que 5:1 ni major que 15:1.
4. Les senyals de seguretat han d'estar il·luminades al menys al 50% de la luminància requerida, al cap de 5s, i al 100% al cap de 60s.

4.4.11 Control de fums d'incendi

Un incendi no sols produeix forts augments de temperatura, sinó també la producció de fums. La composició i la velocitat de producció dels mateixos, depèn dels productes combustibles i el percentatge d'oxigen disponible per a la combustió.

El problema és seriós, ja que el 80% de les víctimes d'incendi tenen per origen els fums despresos de la combustió, hi ha dos factors que determinen aquestes circumstàncies:

1) Opacitat del fum

La opacitat dels fums és la característica que determina el grau de visibilitat a través del fum. Si el fum és relativament opac, la visibilitat és baixa, fins i tot pot ser nul·la. La possibilitat que les persones escapin d'un incendi, està directament relacionada amb la rapidesa en l'evacuació dels ocupants. Un factor que condiciona i pot, fins i tot, impossibilitar l'evacuació és el fum, que incrementa notablement el risc de les persones. A més, el risc s'augmenta per la reducció de l'oxigen respirable, produint un augment de la fatiga i, en cas de persones dèbils pràcticament suposa que no es puguin moure del lloc on son.

2) La toxicitat dels fums.

En un incendi sempre es desprèn diòxid de carboni (CO₂) i monòxid de carboni (CO), aquest darrer gas en més abundant quan la combustió és incompleta, com pot passar en recintes tancats. A més, en funció de la composició química dels materials, es pot arribar a produir desprendiments d'altres gasos amb elevat grau de toxicitat per l'ésser humà, encara que sigui en proporcions petites.

Respecte al CO esmentat anteriorment, un concentració de 4.500 mg/l a l'aire que respira una persona arriba a ser letal quan ho respira de 8 a 10 minuts.

4.4.11.1 Principis generals

L'objectiu d'aquest tipus d'instal·lació és eliminar el fum i el calor d'un incendi de l'interior d'un edifici mitjançant ventilació natural, mecànica o mitjançant una combinació de les dues. Pot ser de funcionament manual o automàtic, i juntament amb sistemes de contenció de fum serveixen per a limitar la propagació lateral i crear una zona lliure de fums sota una capa de fums i gasos que floten.

La instal·lació ha de contribuir a:

- Mantenir les vies d'evacuació i accés lliures de fum
- Facilitar les operacions de lluita contra el foc mitjançant la creació d'una capa lliure de fums
- Endarrerir o impedir el "flash-over", evitant el ple desenvolupament de l'incendi
- Reduir danys provocats pel fum i la calor
- Reduir les tensions a les que es veuen sotmesos els elements estructurals en cas d'incendi.

4.4.11.2. Moviment i control de fums

Tant el moviment del fum com el dels gasos de la combustió depenen d'un seguit de condicionants. Aquest són, per una part, els elements constructius de separació i compartimentació, i per l'altre, els fenòmens propis del foc, com pot ser l'augment de temperatura o les diferències de pressió.

Dins d'un edifici, el perill més gran és la facilitat de propagació del fum per tot l'espai que no estigui compartimentat adequadament i per tant, per aquells mitjans verticals d'evacuació que haurien d'estar en condicions de permetre la lliure circulació del ocupants d'un edifici.

La producció de fums en un incendi varia en funció de la quantitat i el tipus d'elements combustibles que hi hagi a l'interior de l'edifici afectat. Segons sigui el volum de fums en un incendi, la visibilitat es pot reduir molt i augmentar els problemes de l'extinció. El fum pot ser més o menys tòxic, però en qualsevol cas, aquest contindrà partícules tòxiques que poden perjudicar les persones.

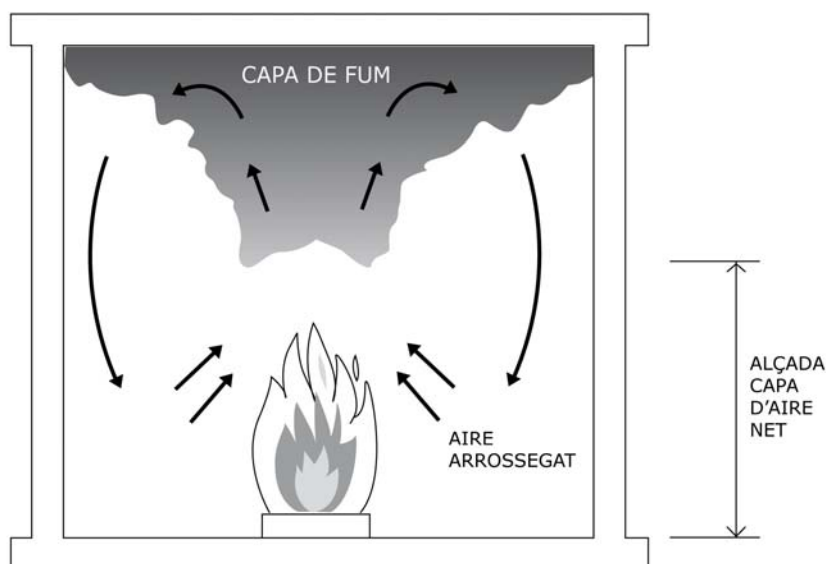


FIGURA 17. FUMS PRODUCTES DE LA COMBUSTIÓ.

El volum de fums i gasos de la combustió produït per l'incendi és aproximadament igual al volum de l'aire arrossegat per la corrent ascendent dels productes de la combustió i aquest, és en funció de la dimensió del foc, el calor després i l'alçada de la capa d'aire net.

4.4.11.3. Requeriments

El DB SI3-8 requereix que el sistema de control de fum ha de ser capaç d'assegurar el control del fum d'un incendi durant l'evacuació dels ocupants. La norma obliga a la instal·lació d'aquest tipus de sistemes de control de fum en:

- Zones d'ús d'aparcament, excepte en aquells que tenen consideració aparcament obert
- Establiments comercials o de pública concurrència si la ocupació excedeix de 1000 persones.
- En atries, si el conjunt del sector d'incendi té una ocupació de superi les 500 persones.

El disseny, càlcul, instal·lació i manteniment s'ha realitzar d'acord amb les normes UNE 23584:2008, UNE 23585:2004 i UNE-EN 12101-6:2006.

En cas de zones d'ús aparcament es condiren vàlids els sistemes de ventilació conforme el que s'estableix en el DB HS-3.

4.4.12 Evacuació de persones amb discapacitats en cas d'incendi

En edificis d'ús residencial vivenda amb altura d'evacuació superior a 28 m , d'ús residencial Públic, Administratiu o Docent amb altura d'evacuació superior a 14 m, d'ús comercial o pública concurrència amb altura d'evacuació superior a 10 m o en plantes d'ús aparcament que la superfície superi 1500 m², tota planta que sigui d'ocupació nul·la i que no disposi d'alguna sortida de l'edifici accessible disposarà de possibilitat de pas a un sector d'incendi alternatiu mitjançant una sortida de planta accessible o bé d'una zona de refugi apte per al nombre de places que s'indica a continuació:

- Una per usuari amb cadira de rodes per cada 100 ocupants o fracció, conforme a SI3-2
- Excepte per a ús residencial vivenda, una per persona amb altre tipus de mobilitat reduïda per cada 33 ocupants o fracció conforme a SI3-2

Totes les plantes que disposin de zones de refugi o d'una sortida de planta accessible cap a un sector alternatiu ha de disposar d'algun itinerari accessible entre qualsevol origen d'evacuació situat en una zona accessible.

Qualsevol planta de sortida d'edifici disposarà d'algun itinerari accessible des de tots els orígens d'evacuació situats en una zona accessible fins alguna sortida de l'edifici accessible.

En plantes de sortida de l'edifici es podran habilitar sortides d'emergència accessibles per a persones amb discapacitat diferents dels accessos principals de l'edifici.

4.5. SI 4 Instal·lacions de protecció contra incendis

Les instal·lacions de protecció en cas d'incendi queden regulades pel RIPCI i per nombroses normes UNE, UNE-EN que fan referència tant al disseny i dimensionat com a les característiques dels components i a les proves de funcionament. Cal destacar que els equips de protecció contra incendi han de disposar, en al majoria dels casos de marcatge CE, ja que en aquest àmbit existeixen són d'aplicació nombroses normes harmonitzades de productes i sistemes (extintors, BIES, detectors, etc)

4.5.1. Instal·lacions de protecció activa

Els sistemes de protecció activa estan constituïts per tots aquells mecanismes pensats específicament per a la detecció i la lluita contra el foc.

4.5.1.1 Sistemes de detecció i alarma

Concepte

Un sistema de detecció i alarma d'incendis és un element que dissenyat i instal·lat correctament, contribueix a limitar les pèrdues materials provocades per un incendi, i el que és més important, a minimitzar o evitar els danys humans que es poden derivar de tal situació

Un sistema de detecció d'incendis no ha de ser en cap cas una mesura aïllada, sinó que s'ha de completar amb actuacions humanes previstes en un pla d'emergència o en mesures automàtiques, com els disparadors dels sistemes fixos d'extinció.

Per tant la funció d'un sistema de detecció automàtica i alarma és detectar un incendi el més ràpid possible i transmetre l'alarma per que es puguin prendre les mesures necessàries. Aquest sistema es pot utilitzar també per posar en marxa altres mesures de protecció com tancament de portes, ventilació, obertures a l'exterior, transmissió d'alarma a un centre de recepció d'alarmes, etc.

La norma que regula aquest sistema correspon a la UNE 23007-14:2009.

Les condicions del disseny i la disposició va segons el RIPCI.

Components del sistema

Un sistema de detecció d'incendis està compost bàsicament per:

- Elements detectors
- Elements de transmissió de senyals
- Elements de gestió de les senyals

Els detectors contenen, almenys, un sensor que controla de manera contínua o a intervals regulars com a mínim, un fenomen físic i/o químic associat a un incendi (fum, temperatura, flames, etc.), i que emet una senyal al equip de control i senyalització. Ara bé, hi ha efectes perturbadors que dificulten la tasca dels detector com per exemple, corrents d'aire, humitat, fum no procedent d'incendis, pols, brutícia, radiacions de calor, etc.

Tipus de detectors

Segons el desenvolupament previst de l'incendi s'utilitza un determinat tipus de detector. En el desenvolupament d'un incendi, es poden distingir quatre etapes per intervals de temps més o menys llargs segons el tipus de combustible.

- Primera etapa: el foc està latent sense produir cap fum visible a l'ull humà, però es produeix l'ascens vertical de partícules invisibles ionitzades. Pot durar de minuts a hores.
- Segona etapa: es produeixen fums visibles com a conseqüència de l'acumulació de partícules que es desprenen de la combustió i que ascendeixen amb gran rapidesa. Aquesta etapa també pot durar minuts o hores sense que es produeixi flama ni calor apreciable.
- Tercera etapa: sota condicions favorables d'existència d'oxigen, es desenvolupen amb gran rapidesa les flames amb el desprendiment de raigs infrarojos, ultraviolats i llum. El seu desenvolupament es produeix en minuts o segons.
- Quarta etapa: a les flames segueix la producció d'una gran quantitat de calor, amb fums i gasos tòxics, i és el moment que el foc pot resultar de difícil extinció. El seu desenvolupament es produeix en segons, amb un augment de la temperatura important.

A la figura 4.5.1.1. es mostra, segons l'etapa de l'incendi, el tipus de detector. Els Sprinkler són ruixadors que a més de descarregar l'agent extintor, fan la funció de detector, aquest només s'activen per temperatura i en el lloc de l'incendi.

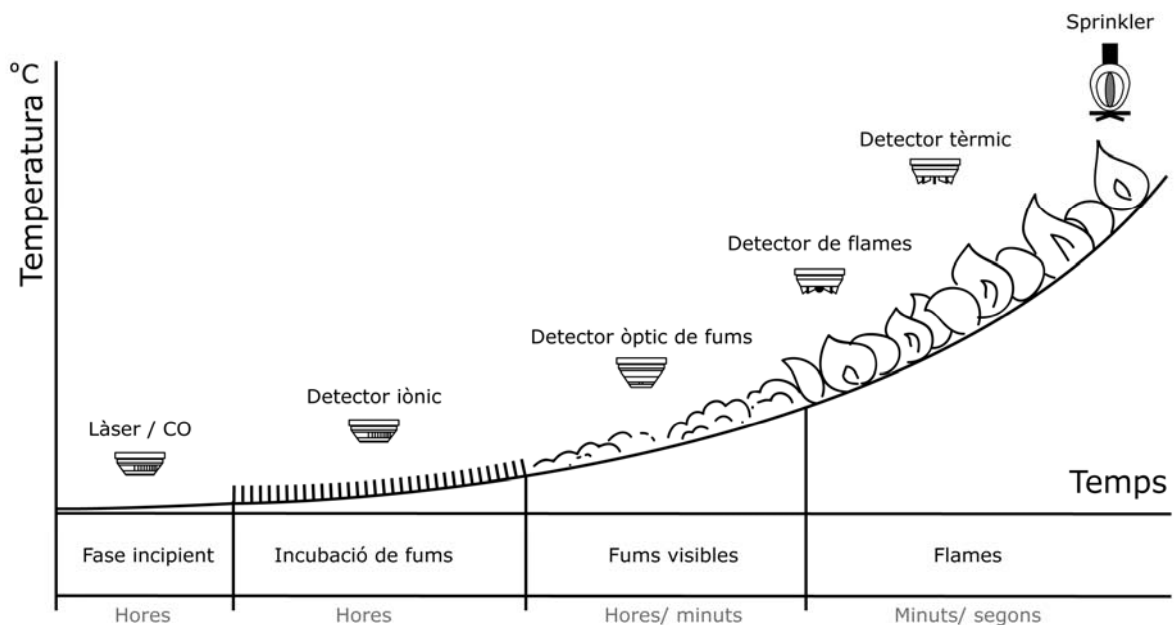


FIGURA 4.5.1.1. DETECTORS SEGONS FASE DE L'INCENDI

Els sistemes de detecció es poden classificar de diverses formes, segons l'efecte que detecten, la configuració, la mobilitat, etc, però la més important és en funció del fenomen que detecten i el mètode que utilitzen. Aquest darrer grup es divideix en tres:

- detectors de fums i gasos de la combustió
 - > Detectors laser: permeten la detecció de partícules de fum, diferenciant les partícules de pols, mitjançant algorismes de que reben senyals d'un diode laser combinats amb lents especials i miralls òptics. Tenen una velocitat entre 10 i 50 vegades en la detecció de fums.

- > Detector iònic: detecta la presència dels productes de combustió (partícules líquides i gasoses sospeses a l'aire), per l'influència d'aquets en una cambra de ionització. Aquest tipus de detectors es col·loquen en casos de focs d'evolució lenta que es manifesten primerament per l'emanació de fums i gasos no visibles.
- > Detector òptic o fotoelèctric detecta la presència de fum en un espai d'aire travessat per un feix lluminós. El fum es pot detectar per alguna d'aquestes formes:
 - Principi d'enfosquiment o absorció: quan les partícules del fum penetren en el feix, la llum que arriba al receptor es redueix i l'alarma s'activa. Són bons per utilitzar-los en espais oberts.
 - Principi de dispersió: quan les partícules del fum penetren en el feix, es produeix la dispersió de la llum (Efecte Tyndall) i l'alarma s'activa. S'utilitza en casos de focs d'evolució lenta però amb gran producció de fum.
- detectors de radiació (de flama)
 - > Detector de flames: detecta les radiacions infraroges o ultraviolades emeses per la flama.
 - > Detector d'espurnes: detecta la presència d'espurnes en una conducció.
- detectors de temperatura (tèrmics), s'utilitzen per a focs violents, amb flames i augment important de la temperatura. Hi ha de tres tipus:
 - > Detector termostàtic: detecta si la temperatura ambient excedeix d'un valor predeterminat durant un cert temps
 - > Detector termovelocimètric: detecta si la velocitat d'augment de la temperatura excedeix d'un determinat valor un cert temps
 - > Combinat: és una barreja dels dos anteriors.

4.5.1.2 Sistemes manuals d'alarma d'incendi

Les condicions de disseny i disposició segons la norma RIPCI.

Els sistema està compost per polsadors manuals que permeten provocar voluntàriament i transmetre una senyal a una central de control i senyalització permanentment vigilada de forma que sigui fàcil identificable la zona en la que s'ha activat el polsador.

Els polsadors han d'estar situats de forma que la distància entre qualsevol punt fins arribar a un polsador no sigui superior a 25 m.

4.5.1.3 Sistemes de comunicació d'alarma

Les condicions de disseny i disposició segons la norma RIPCI.

El sistema es compon d'un lloc de control i els emissors (sirenes i altaveus).

Els emissors han d'emetre un senyal audible, havent de ser, a més a més visible quan el nivell de soroll en el que s'hagi de percebre sigui superior a 60 dBA.

4.5.1.4 Extintors manuals

D'acord amb la norma UNE 23.110, es defineix extintor com un aparell autònom que conté un agent extintor (o una barreja d'ells) que pot ser projectat i dirigit sobre un foc, per l'acció d'una pressió interna d'un gas impulsor.

Aquesta pressió es pot obtenir per una pressió permanent a l'interior del recipient, per la d'un gas auxiliar a l'interior del recipient o per una reacció química produïda al moment de la descàrrega.

Aquests aparells tenen com a missió la intervenció en les primeres fases d'un foc, per tant és molt important que el funcionament de l'aparell sigui completament correcte, que les persones que el puguin utilitzar en cas d'emergència sàpiguin com fer-ho i que la seva ubicació sigui la idònia.

Segons el pes que tenen els extintors es poden classificar en manuals (portàtils), amb un pes inferior o igual a 20 kg, o en extintors sobre rodes (mòbil), si supera els 20 kg de pes.

La reglamentació dels extintors d'incendis està basada en dos criteris diferents: per ser un recipient sotmès a pressió i per ser un aparell extintor.

Com aparell sotmès a pressió tots els extintors han d'estar homologats pels Serveis Territorials d'Indústria, i pel Reglament d'aparells a pressió, sobre extintors d'incendi.

Segons el sistema d'impulsió els extintors es poden classificar en:

- Pressió permanent: el gas impulsor està pressuritzat en el recipient i en contacte amb l'agent extintor. N'hi ha des tres tipus:
 - > El gas impulsor també és alhora l'agent extintor. També es coneix per pressió pròpia. És el cas dels extintors de CO₂
 - > L'agent extintor és líquid o sòlid pulverulent amb un gas inert a pressió a l'interior del mateix recipient. Són els extintors de pressió incorporada.
 - > L'agent extintor és troba en fase líquida i gasosa, que té pressió pròpia, i un agent inert que li proporciona la pressió de treball necessària. Així funcionen els halons.
- Pressió auxiliar. El gas impulsor no es troba en contacte directe amb l'agent extintor. És un agent líquid o sòlid pulverulent que aconsegueix la pressió quan s'allibera un gas contingut en un recipient annex, que pot estar situat a dintre de l'aparell extintor o adossat a l'exterior.
- Pressió per reacció química. Es tracta de dos líquids separats que quan es barregen produeixen una reacció química que desprèn CO₂. Aquest cas actua com a impulsor. Els extintors d'escuma química, en desús, funcionen així.

Com aparell extintor hi ha normes UNE 23.110, que defineixen els diferents tipus d'extintors portàtils donen les especificacions que han de complir i els assajos els quals s'han de sotmetre.

També hi ha el Reglament d'instal·lacions de protecció contra incendis aprovat pel Reial Decret 1942/93. Aquest reglament fa obligatòries les normes UNE 23.110 i demana per als extintors la marca de conformitat a les normes.

Classificació

Segons l'agent extintor, es poden classificar en:

- Pols
 - o BC: pols convencional o normal. Està composta per bicarbonats sòdics i potàssics amb additius.
 - o ABC: pols polivalent o antibrases. Són fosfats i sulfats amònics amb additius.
 - o D: pols per a focs de metalls, feta amb clorurs i additius.

- Derivats halogenats (haló) Tot i la seva eficàcia com agents extintors, actualment no es fabriquen perquè destrueix la capa d'ozó
 - > Haló 1211: Difluorclorobrometà (CF_2ClBr)
 - > Haló 1301: Trifluorbrometà (CF_3Br).
- CO_2
- Aigua polvoritzada
- Escuma:
 - > Escuma física
 - > Escuma química

Assajos d'eficàcia

L'eficàcia d'un extintor és l'aptitud per a l'extinció d'una o diferents classes de focs. Tots aquets assajos consisteixen a extingir un foc que es desenvolupa en unes condicions determinades (llar tipus), seguint un mètode normalitzat. La potència extintora de l'aparell s'expressarà per a la llar tipus màxima que sigui capaç d'extingir.

Les llars tipus per a focs de la classe A estan constituïdes per a un apilament de bigues de fusta sobre una base metàl·lica. Cada llar es designa per un número seguit de la lletra A. Aquest número indica el nombre de bigues de fusta de 50 cm per cada capa.

Les llars tipus per a focs de la classe B es realitzen en un seguit de recipients cilíndrics de planxa d'acer soldada. Aquestes llars es designen per un número seguit de la lletra B. Aquest número indica el volum de benzina en litres que conté el recipient.

Cada extintor ha de portar assenyalat en la inscripció el valor d'eficàcia que li correspon. No tots els extintors amb igual capacitat i el mateix tipus d'agent extintor tenen la mateixa eficàcia però, per als extintors que no tinguin especificada la seva eficàcia en relació a les llars tipus que són capaços d'extingir, podem adaptar els següents valors d'eficàcies orientatives. Eficàcies segons normatives.:

- Focs de classe A: 5A, 8A, 13A, 21A, 27A, 34A, 43A i 55A.
- Focs de classe B: 21B, 34B, 55B, 70B, 89B, 113B, 144B, 183B i 233B.
- Focs de classe C, no disposa d'eficàcies.

Etiquetatge

Els extintors han de portar obligatòriament uns elements d'etiquetatge que son:

- La placa de disseny, fixada de forma permanent.
- Etiqueta de característiques, amb el nom o raó social del fabricant o importador, temperatura màxima o mínima de servei, productes continguts i quantitat, eficàcia extintora segons UNE 23-110, instruccions d'utilització, nom i adreça dels recarregadors, data i contrasenya al registre de tipus.
- Etiqueta del carregador. Amb les dades del número d'autorització del recarregador i dades de qui efectua l'operació

Manteniment dels extintors

El manteniment cal fer-ho d'acord amb el Reglament d'instal·lacions de protecció contra incendis, RD 1942/93 (veure taula 4.5.1.4).

TAULA 4.5.1.4 MANTENIMENT EXTINTORS

<i>Període</i>	<i>Qui</i>	<i>Tasca</i>
Cada 3 mesos	Personal propi	Verificar: <ul style="list-style-type: none"> - la situació i l'accessibilitat - el bon estat - les inscripcions - la mànega - comprovació de càrrega
Cada 12 mesos	Personal autoritzat especialitzat	Inspecció ocular general i comprovació del pes i pressió
Cada 5 anys	Empresa autoritzada o fabricant	Prova de pressió hidràulica del recipient i posterior retimbrat.

Legislació i normativa

- Decisió Consell 93/465/CEE
- Directiva Europea 97/23/CE
- Norma EN-· Parts 1-7 del 2004
- Extintors mòbils norma EN1866
- Manteniment segons RD1942/93 taules I i II i Norma UNE 23120/2003

Ubicació

Els extintors estaran situats propers al punts en els que es consideri que es pugui iniciar l'incendi, a ser possible propers de les sortides d'evacuació. Estaran col·locats preferentment sobre suports fixats al parament vertical, de manera que la part superior de l'extintor quedi , com a màxim, a 1,70 m del terra.

4.5.1.5 Boca d'Incendi Equipada (BIE)

Una boca d'incendi equipada és el conjunt d'elements per transportar i projectar aigua des d'un punt fix d'una xarxa d'abastament d'aigua fins al lloc del foc, incloent-hi els elements de suport, medició de pressió i protecció del conjunt.

Una BIE està constituïda per un conjunt de vàlvula, mànega i llança connectat permanentment al subministrament d'aigua.

La protecció proporcionada per aquest sistema fa que es consideri:

- Mitjà de primera intervenció. Serveix per sufocar conats, o en cas d'incendi declarat, per a una acció immediata a càrrec de l'equip de primera intervenció. En aquest cas, la bie serà el complement d'un sistema de mànegues de major capacitat (hidrants) i/o d'un sistema fix de automàtics (ruixadors d'aigua, escuma, etc).
- Mitjà fonamental d'extinció interior. Si les característiques de l'edifici o l'establiment (activitat, càrrega de foc, compartimentació, ocupació, etc) ho

permeten, les bie's poden ser el mitjà fonamental d'extinció. Sempre i quan es compleixin els requisits mínims de cabal i abast.

Hi ha de dos tipus, i es classifiquen segons el diàmetre nominal de la mànega:

BIE de 25 mm:

La BIE de 25 mm està dotada d'una mànega de tipus semirígida. Aquesta mànega conserva la secció circular estigui o no sotmesa a pressió interior.

El suport de la BIE de 25 mm té sempre el suport del tipus debanador.

Les unions entre mànega, llança i debanadora poden ser fixos o amb ràcord normalitzat. Aquestes unions han de suportar, sense trencaments ni fugues, una pressió mínima de 20 bar o 1,5 vegades la pressió màxima previsible a la xarxa de subministrament.

Característiques que es poden destacar per la mida i el tipus de mànega utilitzada:

- No és necessari l'extensió total de la mànega per començar a utilitzar-la.
- El procediment d'extensió de la mànega és fàcil al no ser col·lapsable.
- Els valors exigibles de subministrament d'aigua per la norma UNE 23-403-89 son: cabal superior a 100 l/min, abast superior a 15 m i una pressió residual de 5,5 bar.
- Al ser de baix cabal, la força de reacció de la llança és baixa, pel que pot ser utilitzada per una sola persona. Així mateix els danys produït per l'extinció son reduïts.

BIE de 45 mm.

La BIE de 45 mm està dotada d'una mànega plana, és a dir, la seva secció només es converteix en circular si entra en càrrega. El suport pot ser debanador o plegador. La BIE de plegador té una vida útil més curta degut al plec que es generen al emmagatzematge.

Els components de la BIE de 45 mm s'acoblen mitjançant ràcords normalitzats i sempre hauran d'estar acoblats.

Característiques que es poden destacar per la mida i el tipus de mànega utilitzada:

- És imprescindible l'extensió total de la mànega per a la seva utilització.
- Pot presentar dificultats l'extensió de la mànega al ser possible que es col·lapsi.
- Els valors exigibles per la norma UNE 23-403-89 de subministrament d'aigua son: cabal superior a 200 l/min i inferior a 300 l/min, abast superior a 18 m i una pressió residual de 3,5 bar a la llança sent una pressió residual de 4,5 bar pel subministrament d'aigua
- La força de reacció de la llança és bastant alta. Aquesta característica, afegida a la dificultat que representa estendre-la, fa que sigui recomanable dues persones per a la seva utilització. A més, els danys provocats per l'extinció solen ser considerables.

D'aquestes característiques es desprèn la necessitat de formació del personal que vagi a utilitzar aquest tipus de BIE, i en general mànegues de 45 mm o diàmetres superiors.

Preferiblement s'utilitzaran les BIE de 25 mm. Només en casos d'existir càrregues calorífiques elevades, que puguin requerir cabals grans o un abast superior, es poden utilitzar les BIE de 45 mm. La utilització de les mànegues de 45 mm de diàmetre requeriran el compliment d'un conjunt de condicions:

- Entrenament del personal que les hagi d'utilitzar
- Possibilitat de desplegar la mànega
- Complir l'exigència d'abast del raig i cabals grans.

S'haurà d'assegurar el funcionament simultani de les dues BIES hidràulicament més desfavorables durant una hora, com a mínim, proporcionant una pressió dinàmica mínima de 2 bar en el forat de sortida de qualsevol BIE.

Les BIES s'han de muntar sobre suport rígid de manera que l'altura del seu centre quedi com a màxim a 1,50m sobre el nivell del terra, o a més altura en el cas de ser una BIE de 25 sempre que la boca i la vàlvula d'obertura manual estiguin a aquesta altura.

La ubicació és molt important i ha de complir uns requisits:

- Sempre que sigui possible es situaran a una distància màxima de 5 m de les sortides de cada sector d'incendi, sense que constitueixin cap obstacle per la seva utilització.
- El nombre i distribució de les vies en un sector d'incendi, en un espai diàfan, serà tal que la totalitat de la superfície del sector d'incendi en què estiguin instal·lades quedi coberta per una via, considerant com a radi d'acció d'aquesta la longitud de la mànega incrementada en 5 m.
- La separació màxima entre cada via i la seva més propera serà de 50 m. La distància des de qualsevol punt del local protegit fins a la via més propera no haurà d'excedir de 25 m.
- S'haurà de mantenir al voltant de cada via una zona lliure d'obstacles que permeti l'accés a ella i la seva maniobra sense dificultat.

Totes les BIE han de disposar de Certificat de Conformitat a la Norma UNE 23-402 per BIE de 45 mm i UNE 23-403 per BIE de 25 mm.

4.5.1.6 Columna seca

Consisteix en una conducció buida que a partir de la façana discorre generalment per la caixa d'escala i està prevista de boques o preses de sortida en plantes i de la presa d'alimentació en façana per a la connexió dels equips d'extinció d'incendis, que són els que proporcionen a la conducció la pressió i els cabals necessaris per procedir a l'extinció de l'incendi.

El sistema de columna seca es compon de:

- presa d'aigua en façana o en zona fàcilment accessible al servei d'extinció, amb la indicació d'ús exclusiu de bombers, equipada amb connexió siamesa, amb claus incorporades i ràcords de 70 mm amb tapa
- columna ascendent de canonada d'acer galvanitzat i DN 80mm
- sortides en planta: en plantes parelles fins a la vuitena i en totes les plantes a partir d'aquesta, equipades amb connexió siamesa, amb claus incorporades i ràcords de 45 mm amb tapa.
- Claus de seccionament: s'instal·larà una clau de seccionament cada quatre plantes per sobre de la sortida de planta corresponent. Totes les claus de la instal·lació seran de tipus bola amb palanca incorporada.

La presa de façana i les sortides en les plantes tindran el centre de les seves boques a 0,90 m sobre el nivell del terra.

les columnes seques s'han de sotmetre a una prova d'estanqueïtat que es fa abans d'entrar en servei, i que consisteix en aguantar una pressió de 15 kg/cm² durant dues hores.

El propietari ha de realitzar un manteniment cada tres mesos que consisteix en comprovar la senyalització i l'accessibilitat a les boques, comprovació de les claus de pas, que les connexions siameses estiguin tancades i les de seccionament obertes.

En general, és obligatòria la seva instal·lació si l'altura d'evacuació és superior a 24m. Exceptuant en l'ús hospitalari que es quan supera els 15 m d'alçada d'evacuació i en aparcament que s'ha d'instal·lar en totes les plantes quan hi ha més de tres sota rasant i més de quatre sobre rasant.

4.5.1.7 Sistema d'extinció per ruixadors

Són sistemes fixos que tenen l'objectiu de detectar i extingir un incendi en els seus orígens.

El sistema d'extinció per ruixadors està compost per:

- Ruixadors o Sprinkler
- Vàlvula de control i alarma
- Línies de canonades
- Equips de subministrament d'aigua

Consisteix en una instal·lació fixa que classificar-se en dos tipus:

- Sistemes de ruixadors automàtics
- Sistemes d'inundació per ruixadors. Aquests s'utilitzen quan s'ha d'aplicar aigua a tota la zona afectada perquè es preveu un foc intens i de propagació molt ràpida. Aquest sistema consta d'uns ruixadors oberts controlats per una vàlvula d'obertura automàtica que s'acciona mitjançant un sistema de detecció d'incendi.

També es classifiquen en:

- Instal·lació de tub humit: la canalització està sempre plena d'aigua i si es trenca un ruixador surt l'aigua immediatament. Es col·loca on no hi ha risc de gelades o de trencament per causes mecàniques.
- Instal·lació de tub sec: la conducció porta aire a pressió que, quan surt a causa del trencament d'un ruixador, activa la vàlvula d'alarma, i dona pas a l'aigua. S'instal·la on hi ha risc de gelades.
- Sistema alternatiu: es una combinació dels dos anteriors, és a dir, tub sec a l'hivern i humit a l'estiu.
- Instal·lació d'acció prèvia: és un sistema de tub sec que funciona simultàniament amb un sistema de detecció d'incendis. Els detectors fan que s'obri una vàlvula automàtica que donarà pas a l'aigua fins als ruixadors, però aquesta aigua només sortirà si els ruixadors es trenquen a causa de l'escalfor.
- Instal·lació d'inundació: és un sistema de tub sec sense ruixadors a les sortides d'aigua. Quan uns detectors avisen de l'incendi s'obre una vàlvula i deixa passar aigua. S'utilitza en casos de materials molt combustibles, que poden provocar incendis de desenvolupament molt ràpid i intens.

La diferència principal entre les instal·lacions d'inundació i la resta és que en el primer cas surt aigua per totes les obertures de l'instal·lació, mentre que en la resta només en surt pel ruixador que ha detectat l'incendi. L'agent extintor en aquest tipus d'instal·lació pot ser un gas extintor, en comptes d'aigua.

En qualsevol cas, el sistema porta una vàlvula s'alarma que s'activa en el moment que entra en funcionament un ruixador.

Els ruixadors automàtics són aparells que detecten l'incendi i actuen contra ell de manera simultània, projectant aigua polvoritzada sobre el foc. Actuen pel trencament d'un ampolla plena d'un líquid que es dilata amb l'escalfor, o per fusió d'un aliatge de metalls. Degut això tan sols s'activen els ruixadors que es veuen afectats pel foc, a diferència del sistema d'inundació.

Hi ha diferents models de ruixadors:

- Convencional: dissenyat per produir descàrregues d'aigua sobre la matèria en combustió. Existeixen els models "montant", instal·lat sobre la canonada de descàrrega i "penjant", instal·lats per sota.
- Decoratiu: per a ús amb canonada oculta, s'instal·la sempre en posició "penjant" amb placa o escut per anar encastat al cel ras. L'element fusible queda exposat a la zona a protegir, és a dir, per sota el cel ras.
- De paret: dissenyats per instal·lar a prop de parets, la major part de l'aigua la descarrega pel costat contrari a la paret, i només una petita part sobre la mateixa paret.
- Sec: ruixador especialment dissenyat per a instal·lació de canonada seca o preacció, al no ser possible el disseny amb ruixadors del model convencional per al risc de gelades.
- Polvoritzador: no disposen d'element termosensible ni obturador, es a dir, estan sempre oberts. S'explica el seu funcionament més endavant.

4.5.1.8 Sistema d'extinció d'aigua polvoritzada

Els sistemes d'aigua polvoritzada o de diluvi són un conjunt de canonades fixes connectades a una font de subministrament d'aigua per a la protecció contra incendis, previst de difusors que polvoritzen l'aigua. Els sistemes es connecten a la font de subministrament d'aigua mitjançant una vàlvula, manual o automàtica.

L'aigua es llança d'una forma especial, amb unes dimensions de les partícules, una velocitat i una densitat de polvorització determinades i que es descarrega per aparells i llances especialment dissenyats per aquest fi.

Els sistemes d'aigua polvoritzada per la protecció i lluita contra incendis s'anomenen de diluvi o boira d'aigua i no s'ha de confondre amb els sistemes d'aigua nebulitzada de característiques físiques i d'aplicació molt diferents.

La norma núm. 15 de la NFPA, per sistemes fixos d'aigua polvoritzada, dona detalls per al càlcul i la instal·lació. També existeixen les normes específiques per aquest sistema, UNE 23-501 a la UNE 23-507, diferent de la norma específica de ruixadors (UNE 23-590 a la UNE 23-597).

La diferència entre l'aigua polvoritzada i els ruixadors radica principalment en el concepte d'inundació total del primer sistema, en la forma de control i disparador automàtic, i en les diferents formes de projecció de l'aigua de que es disposa, a escollir en funció del risc, a diferència dels ruixadors que és única.

S'utilitzen principalment en presència de risc industrial i la seva aplicació va normalment associada a sistemes automàtics de detecció de calor o fum, que els controlen i els activen. Excepcionalment poden ser únicament d'accionament manual, quan la seva posada en marxa automàticament suposi un risc per a persones, o bé quan en tot moment el sistema estigui atès per personal degudament instruït.

La característica més important d'aquest sistema es que, al posar-se en funcionament, produeixen una inundació total.

S'utilitza per a la protecció quan hi ha risc d'equips de procés en refineries i plantes químiques, dipòsits d'emmagatzematge de líquids inflamables, elements estructurals exposats al foc, fàbriques de pintures, etc.

En general, l'aigua polvoritzada es pot utilitzar en qualsevol dels següents fins:

- Extinció d'incendis: amb un cabal entre 8 i 20 litres/min/m²
- Control d'incendis: amb cabals no inferiors a 20 litres/min/m², en riscos on hi hagi possibilitat de fugues de líquids o gasos.

- Escut contra la radiació: cabals des de 2 litres/min/m²
- Refredament i prevenció d'incendis: principalment per a la protecció de dipòsits i recipients, amb cabals mínims de 10 litres/min/m²

El sistema està compost per brocs, vàlvula de control i alarma, línia de canonades, accessoris, suport i equips de subministrament d'aigua.

4.5.1.9 Sistema d'aigua nebulitzada

Els sistemes d'aigua nebulitzada optimitzen l'utilització de l'aigua mitjançant la divisió en gotes petitíssimes. Amb això s'aconsegueix maximitzar la superfície d'intercanvi de calor, facilitant l'evaporació. Aquest sistemes redueixen el risc per danys de l'aigua sobre els equips a protegir.

Per aconseguir aquesta fina divisió, s'utilitzen uns brocs especialment dissenyat i que treballen a pressions de 4 fins a 200 bars.

Principis de funcionament

L'aigua nebulitzada, com a sistema de protecció activa, s'està convertint en una de les tecnologies de major desenvolupament i utilitat en la protecció contra incendis, gràcies a la seva capacitat de control tèrmic en la zona afectada i limitació de la propagació del l'incendi.

Aquest sistema es defineix com aquell en el que, com a mínim, el 99% del volum d'aigua utilitzat s'aplica en gotes de grandària inferior als 1000 µm, segons indica l'estàndard NFPA 750.

L'eficàcia extintora de l'aigua nebulitzada es basa en l'alta polvorització de l'aigua utilitzada, el que permet optimitzar els efectes de refredament, atenuació de la calor radiada i desplaçament de l'oxigen en la base del foc.

L'alta velocitat de les gotes compensa la seva petita massa a l'hora d'avaluar la seva quantitat de moviment, paràmetre que caracteritza la capacitat de penetració de la gota en els gasos calents generats per les flames, i garanteix que l'aigua no serà desplaçada de l'entorn del foc. Les partícules creen, en suspensió a l'entorn del foc, una boira humida i densa que l'envolta impedit primer la seva expansió, reduint la grandària de la flama i suprimint-lo després.

L'aigua nebulitzada arrossega i decanta també els gasos tòxics i partícules de la combustió en el recinte on hi ha l'incendi, ajudant a eliminar el major factor de risc per a les persones durant un incendi, com és la inhalació de vapors tòxics i partícules nocives.

Alguns dels principals avantatges de la tecnologia de l'aigua nebulitzada són:

- És innocu per als equips, ja que no produeix xocs tèrmics que poden provocar la ruptura de peces.
- No condueix l'electricitat a través de les gotes nebulitzades.
- Innocu per a les persones (ni tòxic, ni asfixiant, etc.)
- Manté el nivell d'oxigen
- Econòmic, cost mínim de l'agent extintor. No consumeix grans quantitats d'aigua, ja que requereix menys del 10% de la quantitat d'aigua utilitzada en un sistema de ruixadors automàtics.
- Molt eficaç en focs de líquids inflamables
- Danys per l'aigua molt reduïts
- Reducció de la temperatura del recinte

- Agent extintors que respecte el medi ambient. No és contaminant del medi ambient, doncs solament utilitza aigua.

La principal limitació de la tecnologia és que no es pot utilitzar en aplicacions directes sobre aquells materials que es combinen químicament amb l'aigua i que poden produir reaccions violentes o generar productes tòxics i perillosos.

Mecanismes de lluita contra el foc

L'aigua nebulitzada basa el seu principi de supressió i control del foc en tres accions:

- Refredament.
- Sufocació.
- Atenuació

Refredament

L'absorció de calor es realitza a través de les superfícies exposades i, per a un volum d'aigua donat, la superfície d'aigua serà major quant més petit sigui el diàmetre de les gotes en que es divideixi. Per consegüent, les gotes de l'aigua nebulitzada permeten que amb un volum d'aigua mínim es realitzi una absorció de calor i, per tant, un refredament de l'ambient. El contacte d'aquestes microgotes amb els gasos o cossos calents fa que es transformin en vapor absorbint una quantitat de calor equivalent a 2.257.200 J/kg.

El vapor produït s'eleva, deixant pas a noves gotes fredes que retiren més calor del focus calent, es crea un corrent de convecció, amb el que s'aconsegueix una contínua refrigeració de la zona afectada. El refredament del combustible, els objectes i l'entorn contribueix a reduir el desenvolupament del foc.

Sufocació

Es tracta de desplaçar l'oxigen amb el vapor d'aigua. El vapor generat desplaça un volum d'oxigen equivalent, sempre a la base del foc, produint un efecte de sufocació. Aquesta ràpida transformació de les gotes en vapor fa augmentar el seu volum 1640 vegades, desplaçant per expansió l'oxigen del focus de l'incendi sense perjudici per a les persones.

Si l'evaporació succeeix amb rapidesa, el vapor d'aigua desplaça l'aire al voltant de la gota.

La injecció d'aigua en gotes fines en la proximitat d'una flama resulta en la ràpida evaporació i expansió del vapor d'aigua en el voltant de la flama, i posterior desplaçament de l'oxigen disponible. Cal ressaltar que l'efecte de sufocació es limita a l'entorn del foc, que és on l'aigua nebulitzada es converteix en vapor. Aquest efecte no es produeix a l'àrea on els ocupants del comboi ferroviari s'escapen de l'incendi.

Atenuació de la transmissió de calor per radiació

Atenuació de la transmissió de calor per radiació. Les petites gotes d'aigua que queden suspeses a l'aire redueixen la transmissió de calor per radiació entre les flames i el combustible no volatilitzat, impeding la seva contribució a la continuïtat de l'incendi. L'atenuació de la radiació protegeix els objectes i les persones del calor radiat. Aquesta característica permet als serveis d'emergència apropar-se a l'incendi i extingir-lo.

Normativa

Els sistemes d'aigua nebulitzada són relativament nous, per el que hi ha moltes normes i protocols d'assaig que actualment estan en procés de creació i altres que estan en revisió.

continuada. Per tant, la normativa actual disponible relativa a l'aigua nebulitzada és escassa.

Actualment existeix com a normes:

- NFPA 750. Aquest és un estàndard americà genèric per a sistemes de protecció contra incendis amb aigua nebulitzada. No dóna paràmetres de disseny únicament dóna paràmetres relatius a l'operació del sistema.
- PrEN14972
- També és recomanable la: guia d'instal·lació d'aigua nebulitzada de Tecnifuego

Classificació i tipus

Els sistemes d'aigua nebulitzada es poden classificar segons la pressió de descàrrega de l'agent extintor. Aquests sistemes poden ser:

- D'alta pressió.
- De mitja pressió.
- De baixa pressió.

O segons el sistema a utilitzar:

- Sistemes "deluge": (inundació total), utilitza difusors oberts
- Sistemes de canonades humides: utilitza difusors tancats amb bulb mecànic (activació per trencament) o pneumàtic (activació per trencament i pressió)
- Sistemes de preacció: també amb difusors tancats.

Tots aquestes configuracions es poden trobar amb subministra d'aigua des de xarxa o des de dipòsit i per sistemes d'impulsió amb bomba o amb cilindres.

4.5.1.10 Hidrants exteriors

Un hidrant és una presa d'aigua no equipada, es a dir, un dispositiu de connexió de mànegues que no disposa dels elements de transport (mànega), ni projecció d'aigua (broquet o llança), i el seu fi és la lluita contra incendis en totes les fases del desenvolupament d'un incendi fins la seva extinció.

El fet que, la majoria dels hidrants no estiguin equipats, es degut a que així es limita el seu ús només a persones que saben utilitzar aquests mitjà.

Les instal·lacions de columna d'hydrant exterior (CHE) tenen com a finalitat el subministrament d'aigua a les mànegues dels bombers i als vehicles auto.bomba.

Els hidrants es poden classificar per la seva construcció en columna seca o humida i per la seva implantació, en superfície o d'arqueta soterrada.

Hidrant de columna seca

És el més utilitzat, està constituït per una columna de tub de ferro que surt del sòl i en la que estan muntats un o varis ràcords preparats per a connectar les mànegues. La clau de pas es realitza per sota el nivell del sòl, per el que combinat amb un sistema de drenatge automàtic, manté sempre la columna buida d'aigua.

L'aigua entra a la columna sols quan s'obre la vàlvula localitzada a la part més baixa de la columna, un eix d'acer que la travessa permet obrir i tancar. Aquest disseny evita que el perill per congelació de l'aigua i que en cas de trencament per xoc violent la sortida incontrolada d'aigua.

L'hidrant està compost per:

- Cos: part superior que surt a l'exterior
- Carret: part soterrada que connecta el cas amb la vàlvula de pas
- Vàlvula
- Boques de sortida: orificis de sortida de l'aigua. Hi ha dos models d'hidrants segons nombre i tipus de sortida, un amb dos preses tipus ràcord Barcelona de 70 mm, i l'altre que a més incorpora una pressa roscada de 100 mm.

Hidrant de columna humida

Només es pot utilitzar per l'exterior en aquelles zones geogràfiques on no hi hagi risc de glaçades.

Son més econòmiques però presents grans inconvenients en cas de trencament o congelació. Està compost per les mateixes parts que l'hidrant de columna seca exceptuant que aquest no disposa de vàlvula de tancament soterrada sinó que cada presa disposa d'un accionament individual.

Hi ha dos models:

- Hidrant 80 mm de DN (diàmetre nominal) de la columna, preparades amb una presa tipus ràcord Barcelona de 45 mm i dos tipus ràcord Barcelona de 45 mm
- Hidrant 100 mm de DN, amb una presa roscada de 100 mm i dos ràcord tipus Barcelona de 70 mm. En la presa de 100 mm s'hi sol connectar el vehicle autobomba i en les dues de 70 mm directament les mànegues

Hidrant d'arqueta

Es localitzen sota el nivell del sòl, a l'interior d'una arqueta amb tapa.

Hi ha dos models:

- Hidrant de 100 mm DN amb una presa roscada de 100 mm
- Hidrant de 100 mm DN amb dos preses ràcords tipus Barcelona de 70 mm

4.5.1.11 Gasos extintors

Els sistemes fixos d'extinció basats en agents gasosos proporcionen una protecció neta contra incendis per les persones, els bens i el medi ambient. Existeixen altres tècniques de protecció contra incendis amb agents no gasosos, els quals poden provocar danys als bens que protegeixen, i per tant no son acceptables en moltes aplicacions.

Històricament l'agent gasos més comú va ser el diòxid de carboni. Però com ja s'ha comentat anteriorment, aquest gas és perillós en concentracions necessàries per a l'extinció i no és acceptable en recintes ocupats per persones en el moment de descàrrega. Com a conseqüència, es començà a utilitzar de forma general l'haló 1301, que proporciona una protecció contra incendis eficaç i segura. Tot i això, com els halons resultaren substàncies destructores de l'ozó, en compliment del Protocol de Montreal, es prohibí en la majoria de països, incloent els països de l'Unió Europea. Com alternativa s'ha desenvolupat gasos extintors alternatius amb potencial destructor de l'ozó (ODP) nul.

Elements que component el sistema

- Sistema d'emmagatzematge: les ampolles contenen la quantitat suficient de gas per extingir i les vàlvules han de permetre assegurar la descàrrega en el temps estipulat.

- Xarxa de canonades: encarregada de dirigir l'agent des de les ampolles fins al recinte. El seu diàmetre ha de ser suficient pel cabal necessari. El gruix i material també han de ser els adequats per tal de suportar la pressió màxima del gas.
- Difusors de descàrrega: són els encarregats de distribuir uniformement l'agent dins la sala. Es caracteritzen per un àrea de cobertura i una limitació d'alçada específica segons el tipus de gas i el mode de difusor. El càlcul correcte és fonamental per assegurar la correcta distribució de cabals.

Requisits del disseny

Per assegurar el correcte funcionament, és important tenir presents aquest requisits:

- La descàrrega ha de ser en un recinte interior i raonablement estanc.
- S'ha d'assegurar que el temps de descàrrega mitjançant el càlcul hidràulic (10 segons per als HFCs, 60 s per a gasos inerts i CO₂)
- Ha d'anar lligat a un sistema de detecció i panell de control d'extinció

Tipus de gasos

- HFCs (hidrofluorcarbonats). Aquests gasos actuen directament sobre el foc a concentracions realment baixes. S'emmagatzemen com gasos líquids i apaguen el foc per refredament de la flama.
- Gasos inerts. Aquests gasos requereixen concentracions relativament elevades ja que apaguen l'incendi per sufocació, és a dir, reduint la quantitat d'oxigen fins als nivells que la combustió no és possible. Els gasos inerts s'han desenvolupat pures o mesclades (veure punt 2.7.1.4.). El seu emmagatzematge és com a gasos comprimits a pressió.
- CO₂. aquest gas necessita concentracions relativament altes ja que sufoca l'incendi reduint la quantitat d'oxigen fins a nivells que la combustió no és possible. S'emmagatzema com a gas líquid. Fins i tot en concentracions baixes és letal per les persones.

Avantatges

- No són conductor de l'electricitat, és adequat on hi ha risc tecnològic, elèctric i electrònic.
- Es distribueixen en forma de gas per el recinte
- Són adequats per a focs classe A, B i C
- Els gasos inerts i els HFCs no són tòxics en les condicions habituals. (el CO₂ no és acceptable en àrees ocupades)
- No fa malbé els béns a protegir

4.5.2 Dotació d'instal·lacions de protecció contra incendis

Segons la secció SI 4 els edificis han de disposar dels equips i instal·lacions contra incendis s'indiquen en la taula 1.1 del SI4-1.

El disseny, l'execució, el manteniment d'aquestes instal·lacions, així com els materials, components i equips han de complir el que estableix el "Reglament d'Instal·lacions contra Incendis" i les seves disposicions vigents.

Per a la posada en marxa de les instal·lacions és imprescindible la presentació, davant l'òrgan competent de cada Comunitat Autònoma, del certificat de l'empresa instal·ladora.

Segons la secció SI 4 els edificis han de disposar dels equips i instal·lacions contra incendis s'indiquen en la taula 1.1 del SI4-1. Aquesta taula especifica segons l'ús previst de l'edifici o l'establiment, les condicions que han de complir les diferents instal·lacions contra incendis. En general, els edificis hauran de disposar:

- Extintors portàtils: amb una eficàcia 21A-113B. Situats com a màxim a 15 m de recorregut en cada planta des de qualsevol origen d'evacuació i en zones de risc especial.
- Boques d'incendi equipades: en zones de risc especial alt i en les que el risc esdevingui per matèries combustibles sòlides.
- Ascensor d'emergència: en les plantes que la seva altura d'evacuació sigui superior a 28m. La descripció d'aquest element d'evacuació es troba en subapartat 4.4.5.6 Ascensor d'emergència del capítol anterior.
- Hidrants exteriors: quan l'altura d'evacuació descendent superi els 28 m o la ascendent els 6 m, així com en establiments de densitat d'ocupació major a 1 persona cada 5 m² i la superfície construïda estigui compresa entre 2.000 i 10.000 m². com a mínim un hidrant per cada 10.000 m² de superfície construïda o fracció
- Instal·lació automàtica d'extinció: en tots els edificis si l'altura d'evacuació excedeix de 80 m, a excepció d'aquells que indiqui la norma segons l'ús. En cuines en que la potencia instal·lada excedeixi de 20 kW en ús hospitalari o residencial públic o de 50 kW en qualsevol altre ús.

Aquestes són les instal·lacions que preveu la norma en línies generals, però resulta imprescindible consultar la taula 1.1 del SI4-1 per a usos específics. Segons l'ús la norma es més o menys restrictiva en quan a les instal·lacions i la freqüència.

4.5.3 Senyalització de les instal·lacions manuals de protecció contra incendis

Les instal·lacions de protecció contra incendis que siguin manuals com per exemple, extintors, BIEs, polsadors manuals d'alarma i de sistemes d'extinció d'incendis, s'han de senyalitzar mitjançant senyals definides a la norma UNE 23033-1 i segons la distància d'observació han de tenir una grandària determinada (veure taula 4.5.3):

TAULA 4.5.3 CARACTERÍSTIQUES SENYALS

Distància observació senyal (m)	Grandària senyal (mm)
< 10	210x210
entre 10 i 20	420x420
entre 20 i 30	594x594

Les senyals han de ser visibles en qualsevol cas, si son fotoluminicens compliran l'establert a la norma UNE 23035-1:2003, UNE 23035-2:2003 i UNE 23035-4:2003 i es realitzarà el manteniment conforme a la norma UNE 23035-3:2003

4.6 SI 5 Intervenció dels bombers

4.6.1 Principis generals

L'intervenció dels bombers té un important paper en la protecció contra els incendis en les edificacions. Totes les exigències bàsiques respecte a la seguretat en cas d'incendi, així com tots els mitjans per a la lluita contra el foc, es tenen en compte vinculats a la intervenció dels bombers per extingir l'incendi i realitzar operacions de rescat.

Els requisits que marca el DB SI5 tenen com a objectius:

- Assegurar que els bombers puguin realitzar les operacions de rescat i extinció de l'incendi dins de l'edifici i als voltants
- Permetre als bombers operar amb un grau raonable de seguretat i abandonar l'edifici sense perill.

4.6.2 Condicions d'aproximació i entorn

La secció SI5-1 del CTE indica les característiques que han de complir els vials d'aproximació per permetre el pas als vehicles de bombers en una intervenció (veure figura 4.6.2.):

- Amplada mínima lliure: 3,5 m.
- Alçada mínima lliure o gàlib: 4,5 m
- Capacitat portant del vial: 20 kN/m²

En trams corbs, el carril de rodament ha de descriure dues circumferències mínimes de radi 5,30 m i 12,50 m, amb una amplada lliure per a la circulació de 7,20 m. Aquestes característiques les marca el Codi de Circulació per a camions que superin els 3.500 kg de MMA.

Els edificis que superin els 9 m d'alçada d'evacuació descendent han de disposar d'un espai de maniobra per als bombers al llarg de la façana que estiguin situats els accessos, o bé a l'interior o a l'espai obert interior en el que es trobin aquets. Les condicions són:

- Amplada mínima lliure: 5 m
- Alçada lliure: la de l'edifici
- Separació màxima entre el vehicle de bombers i la façana de l'edifici
 - > Edificis de fins a 15 m d'alçada d'evacuació: 23 m
 - > Edificis de més de 15 m fins a 20 m alçada d'evacuació: 18 m
 - > Edificis de més de 20 m d'alçada d'evacuació: 10 m

Si es supera aquesta distància els vehicles perden autonomia i operativitat.

- Distància màxima fins els accessos al edifici necessaris per poder arribar a totes les seves zones: 30 m
- Pendent màxima: 10 %
- Resistència al punxonament: 100 kN sobre 20 cm Φ

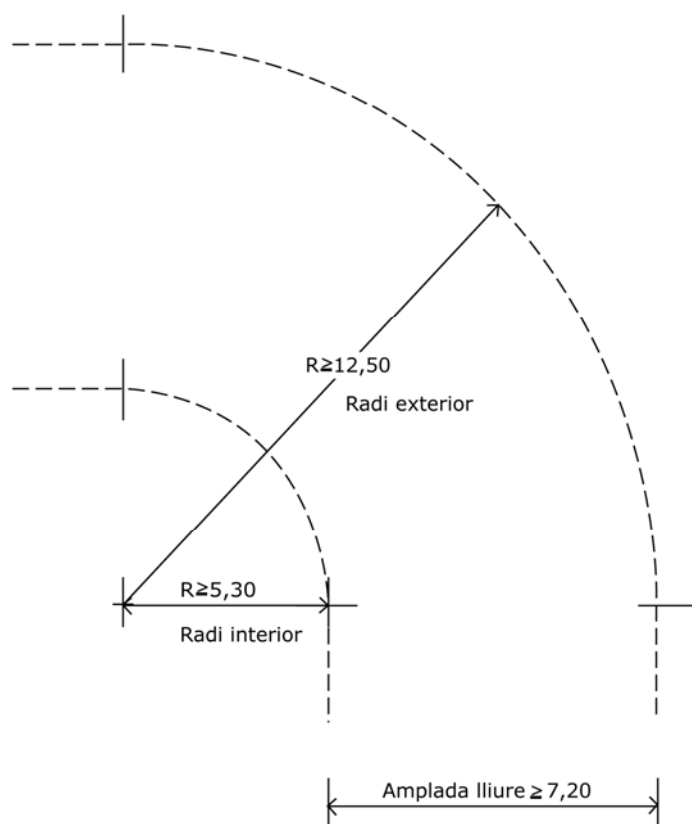
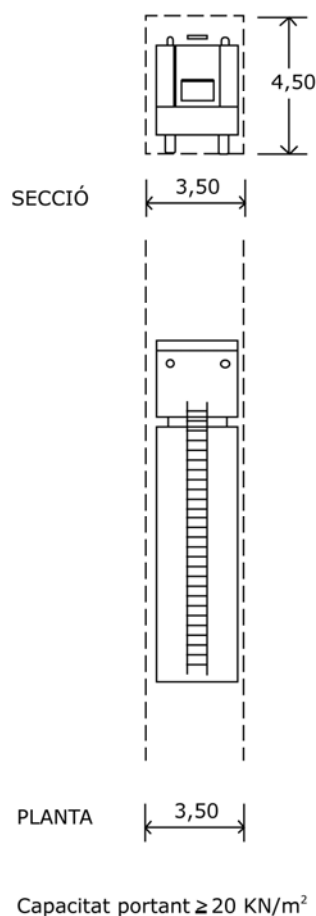
TRAM CORBAT**BANDA DE PASLLIURE MÍNIMA**

FIGURA 4.6.2: CARACTERÍSTIQUES VIALS D'APROXIMACIÓ

La condició que es refereix al punxonament ha d'assegurar-se en les tapes de registre de canalitzacions de serveis públics situades en l'espai d'aproximació, quan les seves dimensions siguin majors a $0,15 \times 0,15$ m, i ser conformes a la norma UNE-EN 124:1995.

L'espai destinat a maniobra de vehicles de bombers ha de mantenir-se lliure de mobiliari urbà, arbres, zones enjardinades o altres obstacles. Quan estigui previst l'accés per façana, aquest s'ha de mantenir lliure d'obstacles com línies elèctriques aèries o branques d'arbres que puguin interferir en el funcionament de l'escala.

En el cas que l'edifici estigui equipat amb columna seca hi ha d'haver un accés per a un equip de bombers a menys de 18 m de cada punt de connexió a ella. El punt de connexió ha de ser visible des de el camió de bombeig per a una ràpida col·locació.

En vies d'accés sense sortida de més de 20 m de llarg, es disposarà d'un espai suficient per a la maniobra dels vehicles del servei d'extinció d'incendis.

En zones edificades limítrofes i interiors a àrees forestals s'han de complir unes condicions:

- Ha d'existir una franja de 25 m amplada que separi la zona edificada de la forestal, lliure d'arbustos o vegetació que pugui propagar un incendi de l'àrea

forestal. Així com un camí perimetral de 5 m, que pot estar inclòs en aquesta franja.

- La zona edificada ha de disposar preferentment de dues vies d'accés alternatiu, les dues que compleixin el punt anterior.

4.6.3 Accessibilitat per façana

Les façanes d'edificis que superin els 9 m d'alçada d'evacuació han de disposar d'obertures que permetin accés des de l'exterior al personal de servei d'extinció d'incendis. Les obertures han de complir unes condicions per a que siguin accessibles amb l'equip d'intervenció:

- Permetre l'accés a cada una de les plantes de l'edifici, de forma que l'ampit respecte al nivell de la planta no superi 1,20 m.
- Dimensions horitzontals i verticals no poden ser inferior a 0,80 m y 1,20 m respectivament. La distància màxima entre els eixos verticals de dues obertures consecutives no pot superar els 25 m, mesurat sobre façana.
- No es poden instal·lar en la façana elements que no permetin o dificultin l'accés a l'interior de l'edifici a través de les obertures.

En aparcaments robotitzats disposaran, en cada sector d'incendis en que estiguin compartimentats, un via compartimentada amb elements EI 120 i portes EI₂ 60-C5 que permetin l'accés als bombers a cada nivell existent, així com un sistema mecànic d'extracció de fums.

4.7 SI 6 Resistència al foc de l'estructura

4.7.1 Generalitats

Quan es produeix un incendi en un edifici l'elevació de la temperatura afecta l'estructura de dues formes diferents. Per una banda, els materials es veuen afectades les seves propietats, reduint-ne en gran mesura la seva capacitat mecànica. Per altre banda, apareixen unes accions indirectes degut a les deformacions dels elements que afegeixen unes tensions a les accions normals.

Els annexos del B al F d'aquest DB, recullen els mètodes simplificats de càlcul suficientment aproximats per a la majoria de situacions habituals. Aquests mètodes només recullen l'estudi de la resistència al foc dels elements estructurals individuals davant la corba normalitzada temps-temperatura. En altres casos es poden utilitzar els càlculs de corbes paramètriques, per a focs localitzats, o mètodes basats en dinàmica de fluids com els que contempla la norma UNE-EN 1991-1-2:2004. Aquesta norma també recull altres corbes nominals per a focs exteriors o per a incendis amb combustibles de gran poder calorífic com són els hidrocarburs.

En qualsevol cas, també és vàlid avaluar el comportament d'una estructura o part d'ella mitjançant la realització dels assajos que estableix el Reial Decret 312/2005 de 18 de març.

A continuació s'explica i s'analitza la corba normalitzada temps-temperatura que modelitza un tipus d'incendi que en el DB SI s'aplica tant per a models simplificats de càlcul de resistència al foc de l'estructura com per a la realització d'assaig de comprovació de la resistència d'elements estructurals

4.7.1.1 Corba normalitzada temps-temperatura

Representa un model de foc en ple desenvolupament en un sector d'incendi definit per la següent expressió:

$$T = 345 \log_{10}(8t+1)+20$$

On, T = temperatura de l'aire en el sector (°C)
 t = duració des de l'inici de l'incendi (min)

La corba normalitzada temps-temperatura determina, aproximadament, les següents temperatures al llarg del temps de durada de l'incendi:

TAULA 7.4.1. CORBA NORMALITZADA TEMPS-TEMPERATURA

t (min)	15	30	45	60	90	120	180	240
T (°C)	740	840	900	950	1000	1050	1100	1150

A la figura 4.7.1 es pot observar una comparativa de la corba normalitzada amb d'altres corbes representatives d'altres models d'incendi.

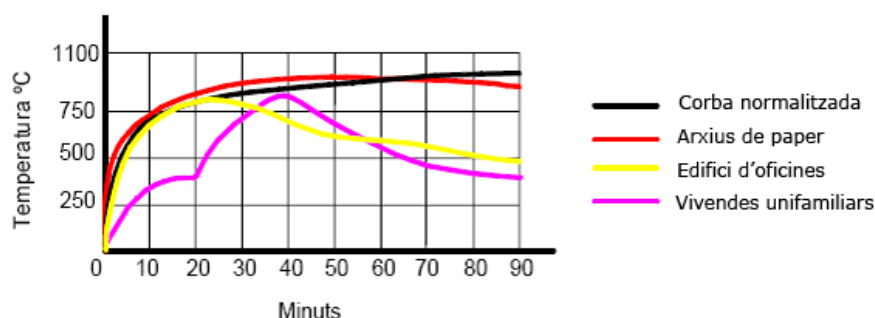


FIGURA 471 COMPARATIVA CORBES

L'avantatge de l'utilització d'aquestes corbes ve donada per la seva universalitat i la llarga experiència en la seva aplicació. Tot i que, com a qualsevol mètode prescriptiu, no deixa flexibilitat a l'arquitecte o enginyer per modificar aquesta exigència, en cas de modificar algun d'aquest requisits com per exemple si s'utilitza mesures actives o condicions de sectors d'incendi.

Per altra banda, l'evolució de la temperatura en un incendi real no es igual en tots els casos, sinó que depèn de les característiques del sector, on es produeix l'incendi: la càrrega de foc existent, la utilització de mesures actives, la ventilació i el calor dissipat per les parets del recinte. A més, la velocitat no sempre és creixent en el temps, sinó que creix fins arribar a un valor màxim i posteriorment, al consumir-se el combustible, la temperatura baixa més o menys amb lentitud.

Per modelar d'una forma més ajustada els incendis reals, el CTE fa referència a les corbes paramètriques.

4.7.1.2 Corbes paramètriques

Son corbes temps-temperatura determinades segons UNE-EN 1991: 1-2:2004.

Aquestes estableixen de forma empírica la temperatura en funció del temps però amb paràmetres que depenen de la càrrega de foc, les obertures existents i les propietats tèrmiques de l'envolupant.

4.7.1.3 Temps equivalent d'exposició al foc

És el temps d'exposició a la corba normalitzada temps-temperatura que se suposa que té un efecte tèrmic igual a un incendi real en el sector d'incendi considerat.

El temps equivalent s'obté tenint en compte les característiques geomètriques i tèrmiques del sector i el valor de càlcul de la càrrega de foc. Es determina mitjançant un procediment simplificat establert a l'annex SI B del DB SI. Consisteix en aplicar la fórmula:

$$T_{e,d} = k_b \cdot w_f \cdot k_c \cdot q_{f,d}$$

On,

- $T_{e,d}$ temps equivalent en minuts per elements estructurals de formigó armat o acer.
- k_b coeficient de conversió en funció de les propietats tèrmiques de l'envolupant del sector, que es pot prendre igual a 0,07. L'annex F de la norma UNE-EN 1991-2:2004 aporta valors més exactes.
- w_f coeficient de ventilació en funció de la forma i la grandària del sector.

- k_c coeficient de correcció segons el material estructural (veure taula B.1 de l'annex B del DB SI)
- $q_{r,d}$ valor de càlcul de la densitat de càrrega de foc en funció de l'ús del sector, en MJ/m², i s'obté segons l'apartat B.4 de l'annex B del DB SI.

4.7.2 Resistència al foc de l'estructura

El DB SI defineix la resistència al foc, com la capacitat d'un element de construcció per a mantenir durant un període de temps determinat la funció portant que li sigui exigida, així com la integritat i/o l'aïllament tèrmic davant d'un incendi. Es a dir, que un element té suficient resistència al foc si, durant la duració de l'incendi, el valor de càlcul de l'efecte de les accions no supera el valor de la resistència del suposat element. En general, hi ha prou en fer la comprovació en l'instant que la temperatura es major (al final de la corba normalitzada temps temperatura).

Tot i que en sectors de risc mínim i en aquells sectors d'incendi en que, pel volum i la distribució de la càrrega de foc, no sigui previsible la existència de foc totalment desenvolupat, la comprovació de la resistència al foc es pot dur a terme d'element en element mitjançant l'estudi de focs localitzats, tal i com indica l'Eurocodi 1 (UNE-EN 1991-1-2:2004). Per aquest tipus d'estudi, sempre es situarà la càrrega de foc en el lloc previsible més desfavorable.

Un sector d'incendi es considera de risc mínim si compleix les següents condicions:

- Està destinat a exclusivament a circulació i no constitueix sector sota rasant
- La densitat de la càrrega de foc no excedeix de 40 MJ/m², ni de 50 en qualsevol dels recintes continguts en el sector, considerant la càrrega de foc aportada, tant pels elements constructius, com pel contingut propi de l'activitat.
- Està separat de qualsevol altra zona de l'edifici que no tingui la consideració de sector de risc mínim mitjançant elements la resistència dels quals al foc sigui ei 120 i la comunicació amb les esmentades zones es realitza a través de vestíbuls d'independència.
- Té resolta l'evacuació, des de tots els punts, mitjançant sortides d'edifici directes a espai exterior segur.

Un tema a tenir en compte, es que la norma no considera la capacitat portant de l'estructura després de l'incendi.

4.7.3 Condicions de resistència al foc d'elements estructurals principals

El DB SI6 considera que la resistència al foc d'un element estructural principal de l'edifici, com son forjats, bigues i suports, és suficient si:

- Assoleix la classificació indicada en la taula 3.1 o 3.2 del DB SI6 del CTE. En aquestes taules es representa el temps en minuts de resistència davant l'acció del foc, representada per la **corba normalitzada de temps-temperatura**. Segons del tipus d'ús del sector d'incendi considerat i el nombre de plantes sota rasant o alçada d'evacuació la norma és més o menys exigent. És important remarcar que per a elements de sòls que separen sectors d'incendi, la resistència al foc suficient per assolir va en funció de l'ús del sector inferior. Per a zones de risc especial baix la resistència al foc suficient sempre serà R 90, així com R 120 i R 180 per a zones de risc especial mig i alt, respectivament.
- Suporta el foc durant el **temps equivalent d'exposició al foc**.

L'estructura principal de les cobertes lleugeres (aquelles que la càrrega permanent del seu tancament no superi 1 kN/m^2) podran ser R 30. Sempre i quan no estigui prevista per a l'evacuació d'ocupants, que l'alçada respecte la rasant exterior no superi els 28 m, així com que la seva fallada no suposi danys greus a l'edifici, o comprometi l'estabilitat d'altres plantes inferiors o la compartimentació d'incendis.

Elements estructurals principals continguts en escales i passadissos protegits, tindran una resistència al foc de:

- Escales protegides o passadissos protegits: R-30
- Escales especialment protegides: no s'exigeix cap resistència al foc dels elements estructurals.

4.7.4 Condicions de resistència al foc d'elements estructural secundaris

Els elements estructurals que el seu col·lapse davant l'acció directa d'un incendi no puguin ocasionar danys als ocupants, ni comprometre l'estabilitat de l'estructura, l'evacuació o la compartimentació de sectors d'incendi, no és necessari que compleixin ninguna resistència al foc.

Les estructures amb tancaments formats per elements tèxtils, com per exemple envelats, hauran de ser R 30, excepte quan, a més de ser classe M2 conforme a la UNE 23727:1990, el certificat d'assaig acrediti la perforació de l'element, en aquest cas no és necessari complir cap exigència de resistència al foc.

4.7.5 Determinació dels efectes de les accions durant l'incendi

Si es probable que actuïn en cas d'incendi, s'han de considerar les mateixes accions permanents i variables que en el càlcul en situació persistent. Els efectes de les accions durant l'exposició a un incendi es poden obtenir en el DB-SE, i els valors de les accions i els coeficients de la taula 4.2.2 del mateix.

El DB-SI 6 permet fer una simplificació per aquest càlcul, es pot estimar l'efecte de les accions de càlcul en situació d'incendi a partir de l'efecte de les accions de càlcul a temperatura normal. A l'efecte de les accions de càlcul en situació persistent, es a dir, a temperatura normal se li aplica un factor de reducció.

4.7.6 Determinació de la resistència al foc

Per al càlcul de la resistència al foc es necessari tenir en compte la capacitat de sustentació, la integritat i l'aïllament. Això pressuposa calcular la capacitat tèrmica de l'element (és necessari saber com es transmet la calor de l'incendi a l'element) o bé disposar de dades experimentals. Quan s'utilitza una corba normalitzada temps-temperatura, s'ha d'utilitzar coeficients de transmissió de calor per convecció i per radiació que es corresponen amb les condicions d'assaig normalitzat.

Tot i això, i segons el DB SI-6, la resistència al foc d'un element es pot establir d'alguna de les següents formes:

- a) comprovant les dimensions de les seccions transversals amb les que s'indiquen en les taules dels annexos C i F per a les diferents resistències al foc i segons els materials donats.

- b) obtenir la seva resistència pels mètodes simplificats, seguint les indicacions dels annexos C i F.
- c) mitjançant la realització dels assaigs que estableix el Reial Decret 312/2005 de 18 de març.

4.8. Comentaris i conclusions del DB SI

En la línia del Codi Tècnic de l'Edificació, la seguretat en cas d'incendi té caràcter prestacional ja que l'objectiu és satisfer aquest requisit bàsic garantint unes exigències bàsiques a les que es pot donar compliment de dues maneres:

- Per la via prescriptiva, aplicant els paràmetres i procediments que especifica el DB SI per donar compliment a les exigències bàsiques del SI. No admet variacions.
- Per via prestacional. Adoptar solucions alternatives que justifiquin el compliment de les exigències bàsiques (objectius) i que les seves prestacions són, almenys equivalents a les obtingudes aplicant el DB SI.

Avantatges del disseny de sistemes de protecció contra incendis basats en prestacions davant d'un de prescripcions

El disseny de sistemes de protecció contra incendis basat en l'eficàcia o prestacions ofereix un important nombre d'avantatges davant un disseny basat en prescripcions, a continuació es presenten les més rellevants:

- El disseny per objectius contempla els aspectes o usos específics de l'edifici i les necessitats concretes dels usuaris
- El disseny per prestacions proporciona una base per al desenvolupament i selecció d'opcions i alternatives de protecció contra incendis que es basa en les necessitats del projecte
- El disseny que es basa en l'eficàcia permet comparar els nivells de seguretat aconseguits per opcions alternatives de disseny diferents. La comparació de diferents opcions proporciona un mecanisme per determinar quin nivell de seguretat i quin cost es l'acceptable, poden escollir quin és el més òptim.
- El disseny per prestacions exigeix la utilització de diferents eines d'anàlisi, més rigor en el disseny i desenvolupament de les proteccions contra incendis i la necessitat de que aquestes siguin més efectives, per tant proporciona solucions més innovadores a mig i llarg termini.
- El disseny per objectius condueix a una estratègia de protecció contra incendis en la que s'integren els sistemes de protecció contra incendis, per tant s'estudia com un "tot" amb una finalitat única i no de forma individual, dissenyant cada sistema per separat.

Aspectes destacables del DB SI:

- S'exclouen edificis, establiments i zones d'ús industrial en els que sigui d'aplicació el RSCIEI ja que aplicant aquest reglament es dona compliment a les exigències bàsiques definides a la Part I del CTE. Tanmateix, la Part I és d'aplicació pel que fa a les exigències bàsiques de seguretat en cas d'incendi i les condicions generals d'aplicació del CTE.
- Pel que fa als locals d'instal·lacions o emmagatzematges amb reglamentació específica (REBT, RITE, gas, emmagatzematge) encara que el DB SI indica específicament que no inclou exigències per limitar el seu risc d'inici d'incendi, si

que estableix condicions per limitar el risc de propagació al classificar-los com a locals de risc especial.

- Estableix que en les residències geriàtriques o de persones discapacitades, els centres d'educació especial i similars, s'ha d'aplicar les condicions d'ús hospitalari, la qual cosa implica importants exigències de compartimentació, amplada dels elements d'evacuació, nombre de sortides i longituds dels recorreguts d'evacuació i instal·lacions de protecció en cas d'incendi
- L'annex SI A de terminologia és fonamental i complementari de les diferents seccions, s'indiquen en cursiva els conceptes que després es defineixen a l'annex, però pel que fa als elements d'evacuació aquí s'especifiquen totes les condicions que han de complir.
- El DB SI es remet al DB SUA "Seguretat d'utilització i accessibilitat". El disseny dels elements de circulació (escales, passadissos, rampes) que també siguin d'evacuació s'ha de fer de forma conjunta amb els DB SI i SB SUA. S'entén que les condicions de seguretat d'aquest elements són de caire general per la seva utilització habitual, no només en cas d'incendi. En la mateixa línia, l'enllumenat d'emergència es troba en el DB SUA, quan tradicionalment estava en la normativa d'incendis, en la secció SUA 4 Seguretat enfront el risc causat per d'il·luminació inadequada.

En referència al sistema de protecció contra incendis cal destacar:

L'aigua nebulitzada té el potencial de proporcionar noves respostes als problemes on les tecnologies tradicionals no han estat tan efectives com s'ha desitjat gràcies, entre d'altres, al seu reduït consum d'aigua i a la seva innocuïtat per a les persones i equips que es troben a la seva zona d'aplicació.

El cost econòmic del sistema de detecció i supressió d'incendis mitjançant un sistema d'aigua nebulitzada és superior al d'altres sistemes que incorporen equips més convencionals. Això és degut als requeriments tècnics superiors del material instal·lat, com a resposta a les exigents prestacions requerides. Aquesta major complexitat del sistema també repercuteix en un cost de manteniment més elevat.

05. OBSERVACIONS DEL DB-SUA

En aquest apartat es pretén fer una breu descripció del DB SUA del CTE, que té per objecte fixar paràmetres per tal de garantir en el disseny dels edificis la seguretat d'utilització i d'accessibilitat.

No és objecte d'aquest DB regular paràmetres de seguretat que estiguin relacionats amb les instal·lacions i equips de l'edifici, ja que les condicions de seguretat vindran fixades per la seva reglamentació pròpia (ex. REBT, RITE, etc.)

En quant a l'aplicació dels paràmetres de les diferents seccions, cal fer una lectura molt acurada de quin és l'àmbit d'aplicació de cadascun d'ells, ja que es dona molta casuística diferent en funció de l'ús de l'edifici i les zones d'aquest. Relacionat amb aquest comentari s'observa, en tot el document, una constant preocupació pels col·lectius dels infants, gent gran i persones amb mobilitat reduïda incidint, en els edificis destinats a ells, amb paràmetres més restrictius que a la resta d'usos.

Aquest DB, complementa al DB SI "Seguretat en cas d'incendi", especialment en la Secció 3 "Evacuació dels ocupants", definint els paràmetres de configuració de les escales, rampes, enllumenat d'emergència, recintes amb grades i d'alta ocupació, etc, tenint present que aquests són elements integrants de l'edifici, l'ús dels quals s'ha de garantir en condicions de seguretat independentment de que sigui en situació normal o d'emergència.

Aquest document tècnic marca les condicions bàsiques d'accessibilitat i no discriminació per a l'accés i l'utilització dels espais públics urbanitzats

Per últim, i no menys important, s'ha de fer una lectura acurada de l'annex de Terminologia, ja que els conceptes que s'hi contemplen és com cal que s'interpretin en el Document Bàsic.

A continuació es fa una breu exposició de les principals característiques de les diferents seccions que conformen aquest DB

5.1 SUA 1 Seguretat enfront al risc de caigudes

Per tal de limitar el risc de caigudes en l'ús habitual d'un edifici es fixen les condicions de disseny següents:

Lliscament dels terres: es fixa el grau de lliscament dels terres per a edificis de determinats usos i zones d'aquests. Els paviments hauran de ser antilliscants, amb diferent grau, segons l'ús de l'edifici i les zones d'aquest. Es defineix el grau de lliscament en base la norma d'assaig UNE ENV 12633:2003

Discontinuitat en els paviments: es fixa la resolució i configuració dels petits desnivells, desnivells aïllats, perforacions dels paviments, distància entre el pla de la porta d'accés a l'edifici i el graó més proper, etc. ja que es suposa que és una de les principals causes que provoquen caigudes.

Desnivells: es regula com cal senyalitzar i protegir els desnivells i en aquest darrer cas les característiques de les barreres de protecció.

Escales: per donar condicions de seguretat a les escales es fixen paràmetres de disseny tal com dimensions de graons, alçada màxima dels trams, necessitat de passamans, etc., que variaran segons siguin escales d'ús general, d'ús restringit o bé per a determinats usos on s'ha de tenir en compte les condicions particulars dels seus usuaris. El valor de

l'alçada mínima en el punt més desfavorable d'una escala queda fixat en la secció 2 "Seguretat enfront al risc d'impacte o d'atrapament" d'aquest mateix Document Basic.

Rampes: es fixen paràmetres de disseny tal com pendent màxima, dimensions dels replans, necessitat de passamans, etc., que variaran segons es tracti de rampes d'ús general o be de rampes per a usuaris en cadires de rodes. En aquest darrer cas es fixen paràmetres més restrictius que, hores d'ara, poden entrar en contradicció amb la normativa autonòmica d'accessibilitat.

Neteja de vidres exteriors: es disposen paràmetres de disseny per realitzar la neteja de les superfícies de vidre exteriors en condicions de seguretat. Per a la neteja dels vidres exteriors des de l'interior, segurament s'ha fixat un radi "d'accés" a la superfície vidrada molt restrictiu, sense tenir en compte la possibilitat d'utilització d'estris existents en el mercat i que són d'ús habitual.

També s'observa la impossibilitat d'aplicar aquests paràmetres quan es tracta de baranes de vidre d'altura $\geq 1,10\text{m}$.

5.2 SUA 2 Seguretat enfront al risc d'impactes o d'enganxades

Amb l'objectiu de limitar que, els usuaris en l'ús habitual dels edificis, puguin patir impactes i enganxades es consideraran paràmetres de disseny segons hi hagi risc d'impacte amb elements fixes o practicables, fràgils o insuficientment perceptibles. Es destacable

5.3 SUA 3 Seguretat enfront al risc d'immobilització en recintes tancats

Les característiques d'ús i espai de determinats petits recintes comporta que els usuaris puguin quedar-hi tancats de forma involuntària. En aquesta secció es fixen una sèrie de paràmetres que cal tenir en consideració per tal de garantir-ne l'ús, de forma segura.

5.4 SUA 4 Seguretat enfront al risc causat per il·luminació inadequada

Una manca d'il·luminació de les zones de circulació, tant interiors com exteriors, pot ser motiu d'accidents fortuïts en condicions normals d'ús de l'edifici

Per altra banda, en situacions d'emergència o de fallada de l'enllumenat normal, cal garantir uns nivells mínims d'il·luminació per tal de que els usuaris puguin abandonar l'edifici amb condicions de seguretat, evitant situacions de pànic, i es permeti la visió de les senyals indicatives de situació dels equips i mitjans de protecció i les de sortida

En relació als paràmetres relatius a l'enllumenat normal que especifica el DB s'ha de tenir present:

- Els valors que es fixen no són valors de confort, sinó que tenen consideració de mínims per garantir una circulació amb condicions de seguretat.
- La secció 3 del Document HE d'Estalvi d'Energia "Eficiència energètica de les instal·lacions d'il·luminació" (DB HE-3) especifica que cal justificar: * l'eficiència energètica de la instal·lació mitjançant el valor VEEI (valor d'eficiència energètica de la instal·lació), * la definició dels sistemes de control de l'enllumenat adoptats i * el pla de manteniment previst en el projecte.

El mateix document DB HE-3 especifica referent als sistemes de control que les zones d'ús esporàdic (passadissos, escales, zones de trànsit, aparcaments) disposaran d'un sistema de control d'encesa i apagada que es farà per detecció de presència o bé per temporització.

En relació als paràmetres relatius a l'enllumenat d'emergència que especifica el DB s'ha de tenir present:

- Recorregut d'evacuació: terme definit en l'annex A "Terminologia" del document DB SI Segureta en cas d'Incendi, és el recorregut que condueix des d'un origen d'evacuació fins a una sortida de planta o fins a una sortida d'edifici. Està format per portes, passadissos, escales, rampes i ascensors d'emergència. En el cas particular dels aparcaments, els recorreguts d'evacuació han de transcórrer pels carrers de circulació de vehicles, o bé per itineraris de vianants protegits enfront de la invasió de vehicles, conforme s'estableix en el DB-SU 7
- Locals de risc especial: terme contemplat a la secció SI 1 "Propagació interior" del document d'incendi DB SI. Algunes zones o locals de l'edifici presenten un risc especial d'incendi per l'activitat, la càrrega de foc acumulada, pel risc de les instal·lacions, etc. Tenint en compte la seva perillositat es classifiquen segons els graus de risc alt, mig i baix i es fixen condicions específiques a complir en funció del risc del local.

S'inclouen també locals on s'ubiquin instal·lacions i equips - com ara transformadors, maquinària de aparells elevadors, calderes, dipòsits de combustible, comptadors de gas o electricitat, etc.- que hauran de complir, a més, la seva reglamentació específica. Les condicions de ventilació dels locals i dels equips exigides per la seva reglamentació hauran de solucionar-se de forma compatible amb la compartimentació.

S'exclouen els equips situats a la coberta de l'edifici, encara que estiguin protegits amb elements de cobertura.

Coexistència amb altra normativa anterior al CTE

- Al Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió, REBT, i en concret la Instrucció 28 "Instal·lacions en locals de pública concurrència" es defineix les característiques de l'enllumenat d'emergència. Dins d'aquest concepte s'inclouen dos tipus d'enllumenat: l'enllumenat de seguretat i l'enllumenat de reemplaçament. L'enllumenat de seguretat comprèn, l'enllumenat d'evacuació, l'enllumenat ambient o antipànic i l'enllumenat de zones d'alt risc. L'enllumenat de reemplaçament és part de l'enllumenat d'emergència que permet la continuïtat de les activitats normals (zones d'hospitalització). El concepte d'enllumenat d'emergència que fixa el DB SU es correspon, a la pràctica i amb algun petit matís, als conceptes de enllumenat d'evacuació i enllumenat antipànic que fixa el REBT .
- Les característiques de la instal·lació d'enllumenat d'emergència: ha d'anar conforme a la Instrucció 28 "Instal·lacions en locals de pública concurrència" del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió, REBT, s'especifiquen els conceptes de: enllumenat d'emergència amb font pròpia d'energia, entrada en funcionament automàticament, fallada d'alimentació de l'enllumenat normal, etc.

5.5 SUA 5 Seguretat enfront al risc causat per situacions amb alta ocupació

Es fixen, de forma general i pels recintes amb gran afluència de gent, condicions per a les grades previstes per a espectadors drets

- Paràmetres de disseny per a les grades destinades a espectadors drets dels recintes amb una ocupació superior a 3000 persones.

5.6 SUA 6 Seguretat enfront al risc d'ofegament

Es fixen, de forma general, paràmetres de disseny per a les piscines i es fa èmfasi en garantir que l'accessibilitat dels infants a les piscines es faci en condicions de seguretat

- Per tal de que l'accés dels infants al recinte de la piscina es realitzi de forma segura, cal garantir-ne el control mitjançant vigilància o bé amb la disposició de barreres de protecció, de les quals es determina la seva configuració i característiques.
- També es fixen condicions de disseny i senyalització del vas de la piscina, de la platja i la necessitat de que el revestiment del fons del vas i de la platja tinguin un determinat grau de lliscament.

Aquesta secció del DB, només fa referència a paràmetres de seguretat. Hi ha altres reglamentacions d'àmbit autonòmic, o bé municipal, que també cal contemplar i que a més de fer referència a les condicions sanitàries que els hi és d'aplicació també contemplen altres paràmetres de caire general. (en concret, el D 95/2000 "Normes sanitàries a les piscines d'ús públic i el D. 165/2001, modificació del D. 95/2000)

5.7 SUA 7 Seguretat enfront al risc causat per vehicles en moviment

Es fixen, de forma general, paràmetres de disseny per garantir la circulació dels vianants en l'interior de l'aparcament en condicions de seguretat, fixant la necessitat d'un accés de vianants independent, la protecció dels recorreguts de vianants, les característiques dels accessos rodats, així com la resistència al lliscament tant dels paviments com de les marques o pintures que en ell s'hi facin. A destacar:

- Paràmetres de disseny per a l'espai d'accés i espera de l'aparcament a més de fixar el pendent màxim de la rampa dels vehicles quan s'utilitza de forma conjunta amb els vianants.
- Obligatorietat de garantir un accés de vianants independent i es fixen paràmetres de disseny per a aquest quan es realitza a través de la rampa de vehicles.
- Disposicions addicionals per a la protecció dels recorreguts de vianants en aparcaments de gran envergadura.

5.8 SUA 8 Seguretat enfront al risc causat per l'acció del llamp

Aquesta secció estableix la obligatorietat de verificar si l'edifici necessita d'una instal·lació de protecció al llamp. El DB fixa el procediment a seguir.

El fet de que quan es faci necessària la instal·lació de protecció al llamp aquesta consti de sistema extern, sistema intern i xarxa de connexió a terra es defineix a l'annex B "Característiques de la instal·lació de protecció al llamp" d'aquest DB

5.9 SUA 9 Accessibilitat

Estableix unes condicions d'accessibilitat amb la finalitat de facilitar l'accés i la utilització no discriminatòria, independent i segura per a les persones amb discapacitat. Per això s'ha de donar unes condicions funcionals i de dotació d'elements accessibles els quals s'estableixen en el DB SUA 9.

Aquestes condicions d'accessibilitat són aplicables dins dels límits dels habitatges, inclosos els habitatges unifamiliars i les seves zones privades, i únicament són exigibles en aquelles que hagin de ser accessibles.

Estableix les condicions funcionals d'accessibilitat en l'exterior de l'edifici, entre plantes d'un edifici i en les mateixes plantes.

Estableix el nombre i les característiques de la dotació dels elements accessibles en habitatges, places d'aparcament, places reservades en espais amb seient fixos per al públic, piscines (exceptuant les infantils), lavabos i vestuaris, mobiliari fix en zones d'atenció al públic, etc.

També estableix les condicions i característiques de l'informació i senyalització per a l'accessibilitat.

Les característiques i dimensionat dels SIA s'estableixen en la norma UNE 41501:2002.

D'aquesta secció és important destacar:

- Els edificis que hagin de disposar de pla d'emergència hauran de preveure procediments per a l'evacuació de persones amb discapacitat per a casos d'emergència.
- Estableix requisits més restrictius per a portes correderes o plegables batents, etc situades en un itinerari accessible.
- Defineix itinerari accessible (annex A del DB SUA), aquell que és per a persones amb discapacitat que condueix a una zona de refugi, a un sector d'incendi alternatiu previst per a l'evacuació de persones amb discapacitat, o a una sortida de l'edifici accessible que es senyalitzarà mitjançant les senyals establertes (la senyalització dels mitjans d'evacuació per persones amb discapacitat en cas d'incendi es regula al DB SI 3-7) i acompanyades del SIA (Símbol Internacional d'Accessibilitat per la mobilitat). Quan aquest itineraris accessibles portin a una zona de refugi o a un sector d'incendi alternatiu previst per a l'evacuació de persones amb discapacitat, aniran acompanyades, a més, pel ròtul de "ZONA DE REFUGI".
- Incorpora un apartat per a l'evacuació de persones amb discapacitat en cas d'incendi.
- Incorpora la necessitat de senyals visuals a més d'acústiques, en determinats casos.
- Hi ha requisits específics per als vestíbuls d'independència en itineraris accessibles.

06. FITXES D'APLICACIÓ (PRESCRIPTIU)

El DB SI especifica els paràmetres i procediments prescrits per donar compliment a les exigències bàsiques del SI. La via prescriptiva per al compliment de les exigències és adequada en edificis comuns i que no tenen característiques especials. Una eina que serveix per assegurar les condicions de seguretat en cas d'incendi són les fitxes d'aplicació que la Direcció General de Prevenció, i Extinció d'Incendis i Salvaments del Departament d'Interior de la Generalitat de Catalunya va elaborar. Aquestes fitxes es classifiquen segons l'ús i en elles es troba de forma esquemàtica els paràmetres específics, per tant si les característiques del disseny es troben dins els paràmetres s'assegura el compliment de les exigències bàsiques.

A l'annex A, s'adjunten les fitxes d'aplicació del CTE SI que va publicar el Departament d'Interior de la Generalitat de Catalunya, Direcció General de Prevenció, Extinció d'Incendis i Salvaments. Aquestes es classifiquen segons el seu ús:

- Edificis d'ús Administratiu
- Edificis d'ús Aparcament
- Edificis d'ús Comercial
- Edificis d'ús Docent
- Edificis d'ús Habitatge
- Edificis d'ús Pública Concurrencia
- Edificis d'ús Residencial Públic
- Edificis d'ús Hospitalari

A continuació es fa un resum d'aquelles modificacions introduïdes per aplicació de l'Ordre VIV/984/2009 per la qual es modifiquen determinats documents respecte el RD 314/2006 (CTE). Es tracta de modificacions que no han estat incloses en les fitxes resum. Tot i això, aquest resum no és un llistat exhaustiu de totes les modificacions, sinó que complementa les fitxes d'aplicació del Departament d'Interior.

Àmbit d'aplicació

S'introdueix la següent puntualització que fa referència a l'àmbit d'aplicació del Codi Tècnic quan es tracten elements de l'entorn de l'edificació:

"Així com en el conjunt del CTE, l'àmbit d'aplicació d'aquest DB-SI són les obres d'edificació. En conseqüència, els elements de l'entorn de l'edifici als que li són d'obligada aplicació les seves condicions són únicament aquells que formin part del projecte d'edificació, considerant-se compreses dins l'edificació les instal·lacions fixes i l'equipament propi, així com els elements d'urbanització adscrits a l'edifici (segons l'article 2, punt 3 de la Llei 38/1999, de 5 de novembre, d'Ordenació de l'Edificació, LOE)".

Criteris generals d'aplicació del DB SI

Obres en edificis protegits:

En relació a la utilització de solucions alternatives en edificis protegits, s'introdueix el següent aclariment:

"Quan l'aplicació del DB SI en obres d'edificis protegits sigui incompatible amb el seu grau de protecció, es podran aplicar aquelles solucions alternatives que permetin la millor adequació possible, des dels punts de vista tècnic i econòmic, de les condicions de seguretat en cas d'incendi. A la documentació final de l'obra hauran de constar aquelles limitacions a l'ús de l'edifici a fi que els titulars de les activitats les tinguin presents."

Es fa també una puntualització en relació a les versions de les normes UNE, UNE-EN o UNE-EN ISO a les que es fa referència en tot el DB-SI. Quan es nombra una d'aquestes normes s'ha d'entendre que es fa referència a la versió que s'indica, tot i haver una versió més actual, a excepció que s'hagi publicat en el DOUE en el marc d'aplicació de la Directiva 89/106/CEE sobre productes de la construcció.

SI 3 Evacuació d'ocupants

Portes automàtiques previstes per a l'evacuació.

S'introdueixen especificacions i normativa:

- Les portes giratòries disposaran d'un sistema que permeti l'abatiment de les fulles en el sentit de l'evacuació, davant una emergència o en cas de fallada del subministrament elèctric, mitjançant l'aplicació manual d'una força no superior a 220 N (abans era de 140 N).
- Les portes peatonals automàtiques corredisses o plegables disposaran d'un sistema que permeti el seu abatiment en el sentit de l'evacuació mitjançant empenta amb una força total d'aplicació que no superi els 220 N, o bé d'un sistema de seguretat de vigilància d'error de nivell "d" conforme a la norma UNE-EN 13489-1:2008 mitjançant redundància, que en cas de fallada en els elements elèctrics que impedeixin el funcionament normal de la porta en el sentit de l'evacuació, o en cas de fallada del subministrament elèctric, obri i mantingui la porta oberta.
- Les portes peatonals automàtiques abatibles o oscil·lobatents permetran, en cas de fallada del subministrament elèctric, el seu abatiment mitjançant simple empenta en el sentit de l'evacuació, amb una força que no excedeixi dels 150 N aplicada de forma estàtica a l'extrem de la fulla, perpendicularment a la mateixa i a una alçada de 1000 ± 10 mm.

Sistemes de ventilació per a control de fums dels aparcaments:

- En zones d'ús Aparcament es consideren vàlids els sistemes de ventilació definits al DB HS-3, per tant s'admet també la ventilació natural (abans només extracció mecànica, a excepció dels aparcaments oberts), així com la impulsió mecànica, de forma conjunta amb l'extracció mecànica (abans només extracció mecànica).
- En relació a les condicions addicionals que havien de complir els sistemes de ventilació mecànics a les zones d'ús aparcament, a més a més del cabal d'extracció (150 l/s ara, quan abans era de 120 l/s) s'inclou el cabal d'admissió (120 l/s per plaça).
- L'obligatorietat de tancar l'aportació d'aire mitjançant comportes automàtiques es limita en plantes d'alçada superior a 4 m.
- Tan els ventiladors (F300 EI 60) com els conductes (E300 60) com les comportes que tanquen els conductes (E300 60) rebaixen tots ells els valors exigits de comportament al foc.

*SI 6 Resistència al foc de l'estructura***Cobertes lleugeres**

- Es puntualitza que el R 30 és d'aplicació a l'estructura principal (abans no es diferenciava entre principal o secundària).
- S'especifica que una coberta, per considerar-la lleugera, cal que la seva càrrega permanent produïda únicament pel tancament no excedeixi d'1kN/M2 (abans es computaven el tancament juntament amb la repercussió de l'estructura que el sustentava).

Elements estructurals secundaris

Es modifica lleugerament el redactat dels elements estructurals secundaris que feia referència a l'exigència a tenir la mateixa resistència al foc que els elements principals si el seu col·lapse pot ocasionar danys personals o comprometre a l'estabilitat global, l'evacuació o la compartimentació en sectors d'incendi de l'edifici.

Amb el nou text aquest aspecte queda de la següent manera: Els elements estructurals, el col·lapse dels quals, davant l'acció directa de l'incendi no pugui ocasionar danys als ocupants, ni comprometre l'estabilitat global de l'estructura, l'evacuació o la compartimentació en sectors d'incendi de l'edifici, com pot ser el cas de petites entreplantes o de terres o escales de construcció lleugera, etc. no precisen complir amb cap exigència de resistència al foc.

Es puntualitza, a més, que tot terra que hagi de garantir una R, haurà de ser accessible per una escala amb aquesta R o bé per una escala protegida.

*Annex SI A Terminologia***Origen d'evacuació**

Es rebaixa a 1 persona/5 m2 (abans 1 persona/10 m2) la màxima densitat d'ocupació que ha de tenir un local amb superfície inferior als 50 m2, perquè es pugui considerar origen d'evacuació la porta d'accés al mateix.

Sortida de planta

A les escales compartimentades (que no protegides) es considerarà com a sortida de planta l'arrencada de la mateixa, i no la porta del seu recinte.

07. PROPOSTA PER AL DISSENY PRESTACIONAL

7.1 Introducció

Donat que el CTE contempla, per a la seva aplicació, la via prestacional (compliment d'objectius) en aquest apartat es proposa una guia per a l'anàlisi i el disseny de la protecció contra incendis en edificis basada en l'eficàcia, o el que és el mateix, en prestacions. En el document s'exposa a grans trets un mètode a utilitzar per un enfocament per objectius alhora de dissenyar la protecció contra incendis en edifici. L'objectiu d'aquest és proporcionar la informació necessària per que arquitectes o enginyers puguin determinar i documentar l'adequació del nivell de seguretat contra incendis per a un projecte concret.

En aquesta proposta de guia s'identifiquen els factors i els paràmetres que s'han de considerar en un anàlisi o disseny per objectius. També proporciona recursos necessaris bàsics per desenvolupar la protecció contra incendis que permeti assolir un nivell de seguretat que es consideri adequat sense necessitat d'imposar restriccions en altres aspectes de disseny o funcionalitat de l'edifici.

7.2 Guia per al procés de disseny i anàlisi de la protecció contra incendis basat en l'eficàcia o prestacions

Amb voluntat de servir com a guió per al disseny de la protecció contra incendis basada en l'eficàcia es pot utilitzar en edificis nous o existents,

L'anàlisi i disseny de la protecció contra incendis per prestacions és un element en el procés de disseny de l'edifici, construcció i manteniment.

El disseny de la protecció contra incendis per objectius s'ha de dur a terme a l'inici de tot, durant l'estudi de viabilitat o la primera fase de disseny, que es quan es prenen decisions claus sobre el disseny i construcció de l'edifici., és a qui quan es poden obtenir més beneficis. Com per exemple:

- Flexibilitat en el disseny
- Innovació en el disseny, construcció i materials
- Seguretat contra incendis igual o major
- Maximització del rati benefici/cost

Aquest esquema conceptual (veure figura 7.2) intenta identificar les fases del procés a seguir per a la realització d'un disseny basat en l'eficàcia.

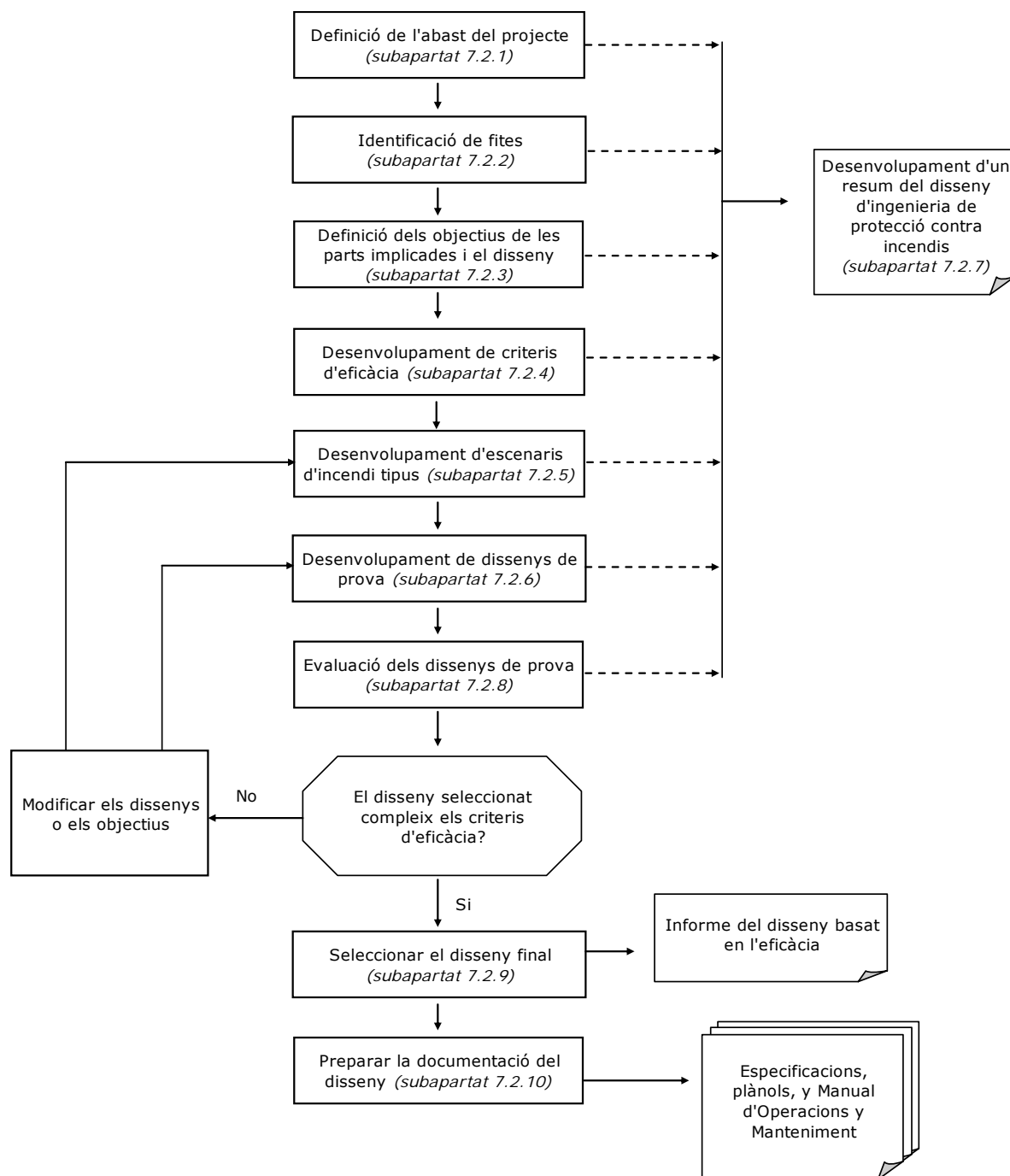


FIGURA 7.2 ESQUEMA CONCEPTUAL PROCÉS DEL DISSENY BASAT EN L'EFICÀCIA

7.2.1. Definició de l'abast del projecte

El primer pas en un disseny basat en l'eficàcia o objectius és definir l'abast del projecte i això passa per determinar les:

- Limitacions en el disseny i esquema del projecte:
 - > Utilització de l'edifici
 - > Intenció del disseny
 - > Organització de l'equip
 - > Obra nova o reforma
- Parts implicades associades al projecte. Cada una de les parts involucrades en el projecte haurien d'establir unes fites i objectius. Les parts implicades poden ser:
 - > Propietari de l'edifici
 - > Gerent de l'edifici
 - > Equip de disseny
 - > Autoritats competents (administració pública, organismes de control, etc)
 - > Equip d'obra
 - > Usuaris de l'edifici
 - > Servei d'extinció d'incendis (bombers) i equips d'emergència

Les fites i objectius de les parts implicades segurament seran diferents. L'acord inicial entre les parts ajuda a que siguin acceptades les alternatives al disseny basat en l'eficàcia

- La construcció proposada de l'edifici i les necessitats del propietari o usuaris
- Característiques dels ocupants de l'edifici
- Ús previst i ocupació de l'edifici
- Normativa aplicable (veure subapartat 3.2 Normativa vigent), servirà per marcar els objectius en funció de les exigències bàsiques, amb la possibilitat de prendre com a referència el codi prescriptiu.

A més de les característiques de l'edifici i dels ocupants l'enginyer o l'arquitecte ha de comprendre l'utilització prevista de l'edifici. La funcionalitat de l'edifici, la geometria i les característiques seran la base per al desenvolupament d'escenaris d'incendi. Per tant és important considerar també:

- Localització de la propietat, quines condicions té l'emplaçament i característiques de les propietats veïnes.
- Característiques del servei d'extinció d'incendis (bombers). S'ha de determinar la ubicació, el temps previst de resposta, els procediments d'intervenció i la capacitat d'actuació dels bombers i equips d'intervenció.
- Instal·lacions auxiliars. S'ha de determinar la localització i capacitat de les instal·lacions auxiliars del sistema de protecció contra incendis. Com pot ser el drenatge, combustible, aigua o subministrament elèctric.
- Consideracions mediambientals. S'ha de tenir en compte la planificació del terreny, producció d'efluents, zones humides properes, classificació del sòl i consideracions sobre contaminació al medi.

- Valor econòmic i social de l'edifici. El valor social pot ser per significat històric, religiós, etc.
- El procés constructiu. Depenent del tipus d'organització en el procés de construcció, ja sigui tradicional, prefabricat, etc, pot afectar al desenvolupament, implantació i avaluació del disseny per prestacions.

És important comprendre aquests elements per tal d'assegurar-se de que el disseny compleix les condicions i necessitats de les parts implicades

7.2.2. Identificació de fites

Un cop definit l'abast del projecte, el següent pas és la identificació i documentació de les fites o requisits de protecció contra incendis. Les fites de seguretat contra incendis podran incloure nivells de protecció per a persones i propietats, o podran definir-se per a la continuïtat de les operacions o serveis, preservació històrica, i protecció ambiental.

Les fites poden ser úniques per cada projecte, depenen de les necessitats

Les parts implicades han de decidir la prioritat de les fites, per tal que no sorgeixin problemes posteriors.

La següent relació presenta quatre fites fonamentals de la protecció contra incendis:

- a) Proporcionar seguretat contra incendis al públic, ocupants de l'edifici i equips de primera intervenció. Es tracta d'assegurar un risc acceptable davant víctimes o danys derivats de l'incendi.
- b) Protegir propietats. Minimitzar el dany per incendi a bens. Protegir l'edifici, el contingut, elements històrics, limitar la propagació a edificis veïns, i l'exposició de l'edifici a incendis exteriors o d'altres edificis.
- c) Prendre les precaucions necessàries per assegurar la continuïtat de l'activitat o del servei que es desenvolupa dins l'edifici. Protegir l'objectiu dels usuaris, la seva producció o capacitat operativa. Minimitzar les pèrdues d'operacions o ingressos relacionats amb l'activitat degut als danys que provoquen els incendis.
- d) Limitar l'impacte mediambiental de l'incendi.

Sovint, protegir les vides, els bens, el servei, el medi ambient, etc, dels efectes que provoca un incendi requereix mesures de protecció contra incendis per al control i extinció de l'incendi. Aquestes mesures de protecció poden, a vegades, afegir o incrementar els danys que provoca l'incendi. Per tant, s'ha de tenir present aquestes fites relacionades amb la seguretat contra incendis:

- Prendre precaucions per a preservar edificacions amb caràcter històric, les seves característiques i acabats, de forma que la implantació i el funcionament, automàtic o no, de les mesures de protecció contra incendis no provoqui danys o pèrdues.
- Prendre precaucions per tal de no malmetre el contingut de l'edifici, més enllà dels danys que provoca l'incendi, a causa d'utilitzar un agent extintor en concret.
- Prendre precaucions per a la protecció del medi ambient, tenir cura de l'impacte ambiental químic o biològic en el medi que pugui sorgir de l'instal·lació o funcionament, desitjat o no, de les mesures de protecció contra incendis.

L'enginyer o l'arquitecte ha de comprendre que poden sorgir fites incompatibles. Cada part implicada pot tenir elements claus addicionals, que poden ser temps, cost econòmic,

flexibilitat, etc, que no sempre es podran coordinar i per tant s'haurà de prioritzar i escollir.

A continuació es relaciona un seguit de fites de seguretat contra incendi que s'haurien de tenir en compte:

- Minimitzar lesions a persones derivades de l'incendi.
- Minimitzar els danys provocats per l'incendi al propi l'edifici, al seu contingut, a característiques històriques que pogui tenir o altres atributs d'interès.
- Minimitzar les pèrdues econòmiques derivades de la paralització de l'activitat o servei degut a danys provocats per l'incendi.
- Proporcionar prou entrenament i informació per assegurar la seguretat dels ocupants en cas d'incendi
- Controlar costos mantenint unes mesures de protecció contra incendi adequades durant la vida útil de l'edifici.

Quan es dur a terme un disseny d'una instal·lació de protecció contra incendis basat en un codi prestacional, les fites poden estar incorporades en una declaració d'intencions, en una declaració d'objectius o establertes obertament.

Tot i que, en el cas que les parts implicades comparteixin objectius, pot variar la prioritat o el pes relatiu que cada una li doni, i sorgir altres diferències quan es defineixen criteris d'eficàcia. Les prioritats haurien de ser en funció de l'ús previst de l'edifici i la seva ocupació. Prioritzar, ajuda a clarificar l'ús previst de les mesures de protecció contra incendis, i ajuda a identificar aquells aspectes del disseny i anàlisi de la protecció contra incendis que son de major importància. Per tant hi ha que prestar-los més atenció. Per exemple, si la seguretat de les persones és una prioritat alta i la protecció de la propietat baixa, l'anàlisi i el disseny de la protecció contra incendis es pot centrar en la protecció de les persones fins assegurar la seva evacuació a un lloc segur i no en la protecció de l'edifici després de l'evacuació.

7.2.3. Definició dels objectius de les parts implicades i del disseny

El tercer pas en el procés de disseny és el desenvolupament dels objectius. Els objectius son essencialment aquells requisits que poden ser quantificats. Com per exemple, condicions màximes permeses d'extensió de la propagació d'un incendi, temperatura, i propagació dels productes de combustió.

Un objectiu d'una part implicada proporciona més detalls que una fita de protecció contra incendis, i en general, s'estableix en termes de pèrdua sostenible o acceptable, o en termes d'un nivell de risc desitjat (tolerable o acceptable). Encara que també poden establir els objectius en termes d'enginyeria que poden servir com objectius de disseny o criteris d'eficàcia. Els objectius de les parts implicades poden establir-se de moltes formes, però aquets han de ser clars i acordats per totes les parts involucrades, ja que l'enginyer o l'arquitecte haurà de traduir aquests objectius a valors numèrics d'enginyeria per als propòsits del disseny.

Donat que els edificis contenen fonts d'ignició, combustibles i oxigen, sempre hi ha la probabilitat de que es produeixi un incendi. De la mateixa manera, sempre hi haurà alguna probabilitat que un incendi en un edifici provoqui ferides o la mort de persones, danys materials o interrupció de l'activitat o servei. Per tant, és important comunicar a les parts implicades, i ha de quedar clar, que no és possible crear un ambient on el risc d'incendi sigui zero.

Transformació dels objectius de les parts implicades en objectius de disseny

Per a realitzar un disseny i anàlisi d'enginyeria, primer s'ha de traduir els objectius de les parts implicades en valors, que puguin ser quantificats en termes d'enginyeria de protecció contra incendis.

Aquestes termes són objectius de disseny des dels quals es pot desenvolupar els criteris d'eficàcia. La quantificació pot ser per determinació o probabilitat. L'objectiu de les parts implicades sobre el confinament dels danys per l'incendi en el recinte d'origen es podrien traduir en "no combustió sobtada generalitzada a l'habitació on s'origina l'incendi" o la probabilitat de combustió sobtada generalitzada menor a un valor límit fixat.

7.2.4. Desenvolupament dels criteris d'eficàcia

El quart pas en el procés consisteix en el desenvolupament dels criteris d'eficàcia que haurà de complir el disseny. Aquests criteris d'eficàcia són un refinament posterior dels objectius de disseny, i són valors numèrics que poden comparar l'eficàcia esperada dels dissenys de prova.

Els criteris d'eficàcia s'estableixen a partir dels objectius de disseny desenvolupats per l'enginyer o arquitecte, els quals es basen en els objectius de les parts implicades. Els objectius de disseny estableixen termes d'enginyeria però manquen de la possibilitat de comparació amb els resultats dels valoracions analítiques de perill o risc. Els criteris d'eficàcia generalment prenen forma d'indicadors de danys. En aquest moment es quan es necessita conèixer els mitjans per prevenir el dany, però s'ha de tenir un coneixement complet dels límits acceptables de danys i lesions.

Establir criteris específics d'eficàcia

Establir exigències d'eficàcia per a totes les situacions possibles és gairebé impossible. Tot i això es poden identificar dues grans àrees en les que es podrien necessitar criteris d'eficàcia:

Criteris de seguretat per a les persones

La finalitat d'aquests criteris és la supervivència de les persones exposades a un incendi als seus productes. Els criteris d'eficàcia poden variar depenent de les condicions físiques i mentals dels ocupants així com del temps previst d'exposició. Aquests criteris són:

- Efectes tèrmics: l'anàlisi dels efectes tèrmics inclou un valor límit de lesions i el temps d'exposició necessari per arribar al límit en l'escenari específic que s'estigui considerant. Les ferides poden resultar de l'exposició a la radiació tèrmica (de les flames o gasos calents) o de l'ignició de la roba.
- Toxicitat: els efectes tòxics resulten de l'exposició i inhalació de productes de la combustió. Els efectes generals en les persones són la reducció de la capacitat en la presa de decisions, empitjorament de l'activitat motora, portant a l'incapacitat i per últim la mort. Encara que les víctimes puguin ser evacuades, hi ha la possibilitat de danys permanents. L'anàlisi d'aquests efectes inclou un valor de dany límit i el temps d'exposició necessari per arribar al límit de l'escenari que s'estigui considerant. Els efectes poden variar depenent de l'edat i salut de les persones que restin exposades. L'elevada temperatura en un ambient d'incendi pot portar a una respiració més ràpida i per tant una major inhalació de toxines.

- Visibilitat: la visibilitat a través del fum pot afectar la capacitat dels ocupants per sortir d'una forma segura de l'edifici. Els factors que afecten la visibilitat són per una banda, la quantitat de partícules en el camp visual i per altre, els efectes fisiològics en els ulls. Els nivells baixos de llum també poden afectar la capacitat dels ocupants per evacuar l'edifici.

La gràfica de la figura 7.2.4. vol ser una representació dels efectes que l'incendi provoca a les persones a l'interior d'un recinte. Tal i com es mostra en la gràfica quan l'incendi comença a créixer la quantitat d'oxigen baixa per que la combustió en consumeix més, i per tant l'emissió de CO i gasos tòxics augmenta. Per tant la persona pot patir asfíxia (falta O_2), intoxicació (CO i gasos tòxics) i cremades per efectes tèrmics, i depenent de la duració de l'exposició pot arribar a la mort.

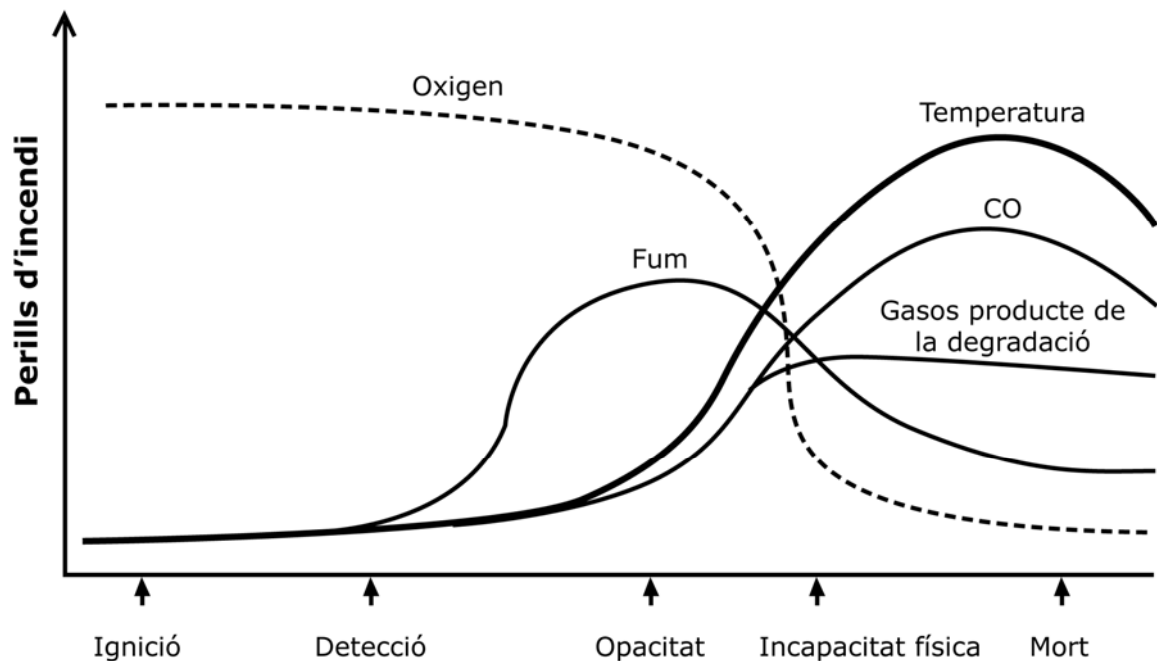


FIGURA 7.2.4. EFECTES D'UN INCENDI A LES PERSONES

Criteris de seguretat per als bens

Els criteris de seguretat per a bens especifiquen aspectes relacionats amb els límits de danys a les propietats. Aquets límits es poden referir a l'exposició tèrmica, que porti a l'ignició o a danys inacceptables. Els valors dels límits també poden considerar el temps d'exposició als productes de la combustió gasosos. En molts casos pot sorgir danys inacceptables a partir de baixos nivells d'exposició. Aquests criteris poden ser:

- Efectes tèrmics: poden incloure la foneria, carbonització, deformació o ignició dels bens. Les consideracions inclouen la font d'energia i com es transmet (conducció, radiació i convecció), la distància de l'objecte a la font, la geometria de la font i l'objecte. D'aquest darrer les característiques materials (conductivitat, densitat, etc), i la temperatura d'ignició de l'objecte. També és un factor la relació àrea superfície/massa dels combustibles involucrats.
- Propagació de l'incendi: s'ha de considerar la propagació de l'incendi per l'ignició progressiva. Els factors que afecten la propagació de l'incendi inclouen la geometria i orientació de les superfícies en combustió (horitzontal o vertical) així

com la relació àrea superfície / massa dels combustibles involucrats. La ventilació i el flux d'aire també condicionen la propagació. La propagació també pot tenir efectes sobre les persones, una ràpida propagació de l'incendi pot dificultar l'evacuació dels ocupants.

- Danys per fum: poden ser productes de la combustió en forma de partícules o elements corrosius. El llinar del dany depèn de la sensibilitat dels objectes. Moltes obres d'art com pintures tenen llinars baixos, en canvi, objectes com per exemple estàtues tenen més tolerància al fum. Molts objectes electrònics són molt sensibles als productes corrosius de la combustió a baixos nivells de concentració.
- Danys a les barreres contra incendis i integritat estructural. La pèrdua, total o parcial, de les barreres contra incendis (compartimentació) poden derivar en danys per la propagació de les flames i el fum. El col·lapse estructural és un aspecte present tant en la protecció de les persones com dels bens. L'estabilitat estructural és important per als ocupants durant el temps d'evacuació i per a l'intervenció dels equips d'emergència durant les actuacions de rescat i extinció.
- Danys a edificacions pròximes. Es pot necessitar el desenvolupament dels criteris d'eficàcia per a prevenir o limitar la propagació exterior de l'incendi a altres edificacions. La distància de separació, les característiques d'inflamabilitat dels materials i la geometria són consideracions importants.
- Danys al medi ambient: pot ser necessari desenvolupar criteris d'eficàcia per a protegir el medi ambient, per la limitació d'efluents associats als mecanismes d'extinció i operacions de lluita contra incendis, o limitació de l'alliberament de productes de la combustió.

7.2.5. Desenvolupament d'escenaris tipus

Un cop establerts els criteris d'eficàcia, l'arquitecte o l'enginyer desenvoluparà i analitzarà les alternatives de disseny per complir els criteris d'eficàcia.

El escenari d'incendi són descripcions de possibles classes d'incendi, que recullen les característiques dels ocupants i de l'edifici amb els que es podran avaluar els dissenys de prova.

El procés d'identificació de possibles escenaris d'incendi a escenaris tipus consta de tres fases:

- Considerar escenaris possibles d'incendi
- Definir els escenaris d'incendi tipus, un conjunt d'escenaris possibles d'incendi
- Quantificar els escenaris d'incendi tipus

Considerar escenaris possibles d'incendi

Els escenaris d'incendi descriuen factors crítics de les conseqüències dels incendis, com mesures de protecció contra incendis, fonts d'ignició, naturalesa i configuració del combustible, ventilació, característiques i ubicació dels ocupants, condicions de l'estructura i altres equipaments.

Un escenari d'incendi representa un dels conjunts de circumstàncies relacionades amb els incendis, que suposen una amenaça per l'edifici, els ocupants i el seu contingut. Per tant, la descripció a d'informar sobre l'estat de l'edifici, el seu contingut, i dels ocupants en el moment de l'incendi. Els escenaris possibles d'incendi són la base per als escenaris d'incendi tipus, que a la vegada s'utilitzen per avaluar els dissenys de prova.

Cada escenari hauria de definir, com a mínim, les característiques dels tres components principals. Es mostren alguns a mode d'exemple:

<i>Característiques de l'edifici</i>	<i>Característiques dels ocupants</i>	<i>Característiques de l'incendi</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Característiques arquitectòniques (àrea i geometria del recinte, alçada i configuració del sostre, propietats dels materials de construcció de les divisions, combustibilitat i propietats termodinàmiques dels acabats interiors, característiques de les obertures, espais ocults, nombre de plantes per sobre i per sota de cota zero, etc) - Components estructurals - Sistema de protecció contra incendis - Ús de l'edifici - Resposta del servei d'extinció - Factors mediambientals 	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre d'ocupants - Distribució de l'edifici - Estat de consciència (desperta o dormits) - Capacitats físiques i mentals - Funcions - Familiaritat - Afiliació social - Condicions físiques i psicològiques 	<ul style="list-style-type: none"> - Fonts d'ignició - Tipus de combustible - Creixement - Combustió sobtada generalitzada (flashover) - Desenvolupament total - Extinció

A vegades pot resultar complicat obtenir informació específica sobre el contingut de l'edifici (per exemple: mobles i materials emmagatzemats) durant les fases de projecte, però es necessari realitzar un esforç per intentar comprendre quins combustibles poden haver-hi dins.

Hi ha varies tècniques d'anàlisi que es poden utilitzar per identificar escenaris possibles d'incendi, a continuació s'enumeren algunes d'aquestes eines:

- Anàlisi de Modes de Fallada i d'Efectes (FMEA). Un anàlisi FMEA s'utilitza per estudiar sistemàticament modes possibles de fallada, ja sigui en el sistema general o algun altre component. Prové de l'indústria aeroespacial.
- Anàlisi d'errades. Consisteix en l'estudi d'errades per determinar els mecanismes que els han produït i així, desenvolupar i aplicar estratègies de prevenció.
- Anàlisi de què succeiria si...? (What if?). aquesta tècnica simplificada implica preguntar-se què succeiria si es produeix un succés o errada en particular. La resposta serà una opinió basada en coneixements.
- Dades històriques, manuals i llistes d'inspecció. Es basa en l'experiència i en càlculs de probabilitats
- Dades estadístiques rellevants. Revisa dades estadístiques en escenaris similars. No sempre pot ser adequat.

Hi ha moltes altres tècniques, per exemple, llistes d'inspecció d'enginyeria, índex de perill, estudis de perill i operabilitat (HAZOPS), anàlisi preliminar de perills (PHA), anàlisi per arbre d'errades (FTA), etc.

En molts casos, les parts implicades poden donar una guia sobre el desenvolupament d'escenaris d'incendi.

Definir els escenaris d'incendi tipus, un conjunt d'escenaris possibles d'incendi

Normalment és necessari donar el major nombre possible d'escenaris d'incendi probables per un projecte. Per aleshores reduir el nombre d'escenaris probables d'incendi a un nombre manejable d'escenaris d'incendi tipus, per a l'avaluació dels dissenys de prova. Generalment, es poden filtrar els escenaris possibles d'incendi en escenaris d'incendi tipus, a criteri de l'enginyer segons els possibles perills. Si és necessari fer càlculs, hi ha la possibilitat disponible dos enfocaments, el probabilístic i el determinatiu. Cada escenari d'incendi tipus es part d'un grup d'escenaris, i ha de ser representatiu del grup. Els grups d'escenaris ha d'incloure de forma col·lectiva tots els escenaris possibles de manera que sigui possible calcular una mesura del risc.

L'enfocament probabilístic es basa en la probabilitat estadística de que es produeixi un incendi i les seves conseqüències, si es produeix. La decisió de seleccionar un escenari possible com a escenari d'incendi tipus es basa en l'agrupació d'escenaris similars. Aquest tipus d'enfocament pot utilitzar les següent fonts d'informació:

- Informació estadística i història
 - > Estadístiques d'incendi
 - > Històrics d'incendi, en un edifici en concret o en un grup
 - > Freqüències d'incendi: nombre de vegades que es produeix un incendi en un interval de temps.
 - > Freqüències d'iniciació de l'incendi
 - > Probabilitats. Es pot assignar un valor numèric entre zero i un a la possibilitat que es produeixi un incendi.
- Anàlisi de perill/fallada
- Disponibilitat i fiabilitat del sistema
 - > Disponibilitat dels sistemes de protecció contra incendis. Aquest sistemes poden no estar sempre operatius (per exemple: s'ha deixat fora de serveis per error després del manteniment). Es pot desenvolupar probabilitats per a l'avaluació de la disponibilitat del sistema.
 - > Fiabilitat del sistema de protecció contra incendis
 - > Disponibilitat i fiabilitat de sistemes d'anàlisi d'edificis existents
 - > Risc, és la distribució dels efectes en un escenari i la seva freqüència d'ocurrència. Els efectes o conseqüències inclou, la mort dels ocupants, pèrdues econòmiques, etc.

L'enfocament determinístic es basa en l'anàlisi o valoracions basades en ciències físiques o químiques, o a base d'assajos, per preveure els efectes d'un incendi.

Tots els incendis que es puguin produir en un recinte estan operatius els sistemes de protecció contra incendis, i que no superen la gravetat de la corba del incendi tipus, quedaran limitats a un valor per sota dels criteris d'eficàcia. Per contra, aquells incendis que es desenvolupin més ràpidament que la corba de l'incendi tipus, amb un rati d'alliberació de calor superior, o que superen la gravetat de l'incendi tipus, podrien superar els criteris d'eficàcia. Això demostra la importància de seleccionar un escenari d'incendi tipus adequat.

Quantificar els escenaris d'incendi tipus

Les corbes d'incendi tipus generalment estableixen una relació entre velocitat d'alliberació de calor i temps. En aquestes corbes es poden distingir varies fases (veure figura 7.2.5.):

Font d'ignició

Per a l'ignició és imprescindible la presència de tres elements: combustible, oxigen i font d'ignició. En general als edificis hi ha combustibles i oxigen, per tant la ignició no es produirà si no hi ha prou temps de contacte del combustible amb la font d'ignició. El coneixement d'on poden sorgir les fonts d'ignició (cablejat elèctric, elements d'il·luminació, etc) és necessari per establir l'importància d'un escenari en particular.

Fase de creixement (abans de la combustió sobtada generalitzada)

S'ha de considerar la possibilitat de que aquesta fase sigui incandescent sense flama i amb una duració considerable, de ser així pot causar morts o danys importants.

En els incendis amb flama, la velocitat de creixement depèn de les característiques dels combustibles inicials i secundaris així com del potencial de l'incendi per propagar-se més enllà del recinte d'origen.

Combustibles inicials

Una vegada identificades les fonts d'ignició, és necessari avaluar les característiques dels combustibles inicials o conjunt de combustibles pròxims a les fonts.

- Estat físic del combustible. Segons l'estat en que es troba el combustible pot presentar diferents característiques de combustió. Per exemple, un bloc sòlid de fusta és difícil de cremar amb un llumí, però si en fem encenalls serà més fàcil iniciar la combustió i si ho reduïm a pols, s'encén amb molta facilitat i pot arribar, fins i tot, a explotar amb una espurna.
- Tipus i quantitat del combustible: el desenvolupament i duració d'un incendi depenen tant de l'objecte que es crema com del seu estat. Els materials o productes de cel·lulosa cremen diferent dels plàstic o líquids inflamables, produeixen diferents velocitats d'alliberació de la calor, de creixement i productes

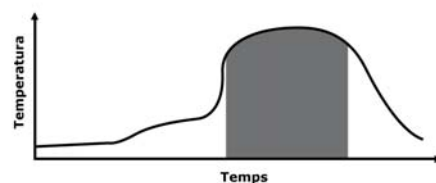
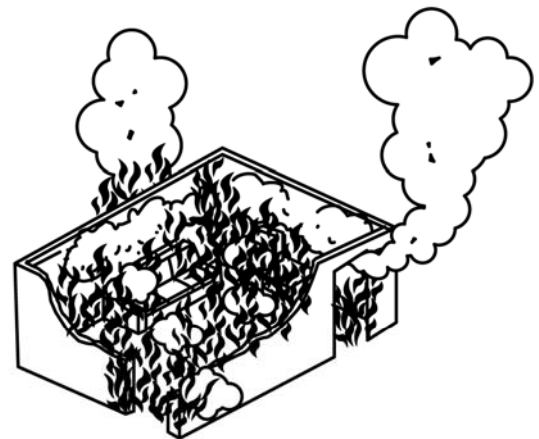
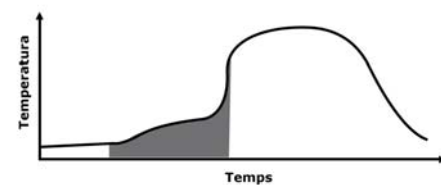
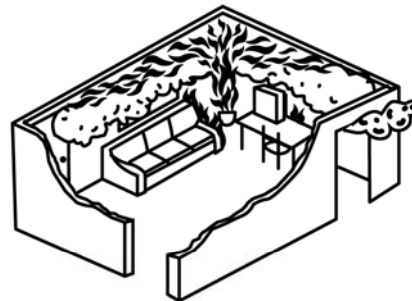
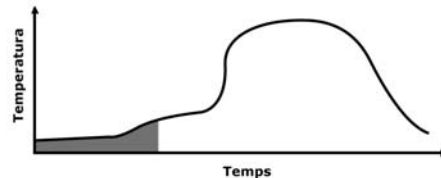
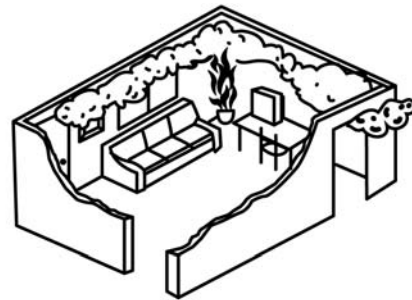


FIGURA 7.2.5. FASES INCENDI

de la combustió. La quantitat de combustible i la seva forma (relació àrea i massa) determinarà el temps que cremarà un incendi.

- Configuració del combustible. localització del combustible (contra una paret, en un racó, contra el sostre, etc). En general els incendis en un racó o recolzats en les parets creixeran més ràpids que un incendi localitzat en mig del recinte.
- Velocitat d'alliberació de la calor. La quantitat de calor alliberada per unitat de temps depèn del calor de combustió del combustible, la velocitat de pèrdua de massa, la quantitat de flux calorífic i l'eficàcia de la combustió. La velocitat en la pèrdua de massa també té es relaciona directament amb la velocitat de producció de fum, gasos tòxics i altres productes de la combustió.
- Velocitat de creixement de l'incendi. Quan més ràpid es desenvolupa un incendi, més ràpid augmenta la temperatura i més ràpid es generen els productes de la combustió
- Velocitat de producció dels productes de la combustió (fum, CO i CO₂). Segons els tipus de combustible i la forma de crema generen diferents productes de la combustió. Aquest productes inclouen no sols els que afecten a les persones com el diòxid de carboni o el monòxid de carboni, sinó també aquells que poden produir danys o parada del servei o activitats. Per exemple el ClH (àcid clorhídric) és corrosiu i ocasiona danys als equips electrònics.

Combustibles secundaris

La ignició dels combustibles secundaris es pot produir per conducció, convecció i radiació, o una combinació d'aquestes.

Potencial de propagació

També s'ha de considerar la propagació de l'incendi i els seus productes de combustió més enllà del recinte d'origen. S'ha d'analitzar les característiques de la construcció i disposició de la distribució interior. S'ha de revisar el potencial d'extensió no només la propagació d'incendi dins l'edifici, sinó també la propagació exterior a edificis pròxims.

Localització d'objectius

Quan s'avalua el desenvolupament de l'incendi i els seus efectes s'ha de considerar la localització dels elements objectius que corresponen amb els objectius de les parts implicades.

Combustió sobtada generalitzada (Flashover)

Una fase clau en la seguretat de l'incendi és la combustió sobtada generalitzada (punt on s'incrementa ràpidament la velocitat d'alliberació de calor, la temperatura, la producció de fum i la toxicitat del fum, veure subapartat 2.5.3. Combustió sobtada generalitzada o "FLASHOVER"). Sovint, evitar la combustió sobtada generalitzada és un objectiu crític en el disseny de la protecció contra incendis. Els factors que depèn aquest fenomen son:

- Àrea superficial del recinte
- Àrea de les obertures del recinte
- Alçada efectiva de les obertures del recinte
- Velocitat d'alliberació del calor
- Ventilació
- Propietats tèrmiques dels límits del recinte

És essencial, per a la seguretat de les persones, l'evacuació dels ocupants abans de la combustió sobtada generalitzada. Eliminar analíticament la probabilitat de combustió sobtada generalitzada no significa preveure necessàriament la propagació de l'incendi o el seu desenvolupament a gran escala.

Depenent dels factors descrits es pot produir una combustió sobtada generalitzada just abans del desenvolupament total de l'incendi. En la figura 7.2.6. es mostra l'interval on esdevé el flashover segons la temperatura i el temps transcorregut.

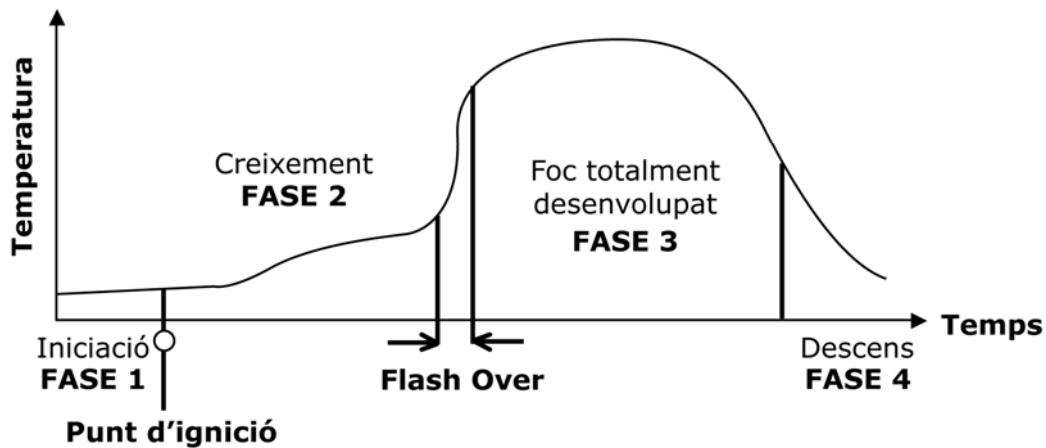


FIGURA 7.2.6 FASES INCENDI I FLASHOVER

Incendis completament desenvolupats (estable o després de combustió sobtada generalitzada)

En molts escenaris, l'incendi tipus podria no arribar a la combustió sobtada generalitzada per que l'incendi es produeix en una superfície gran o per limitació d'oxigen o combustible. Tot i així l'incendi arribarà a una velocitat d'alliberació de calor estable. És en aquesta fase de l'incendi quan, des de un punt de vista del disseny, s'ha de determinar l'efecte dels següents factors:

- Radiació a través de les obertures.
- Fallada dels elements estructurals que puguin posar en perill la seguretat de les persones o provocar danys inacceptables a l'edifici o al seu contingut.
- Propagació de l'incendi a altres recintes a través de la calor per convecció i radiació
- Fallada dels elements compartimentadors resistents al foc dissenyats per evitar o retardar la propagació de l'incendi a altres parts de l'edifici.

Disminució i extinció de l'incendi

Els incendis es redueixen i eventualment s'apagaran totalment després d'un període de temps. La disminució de l'incendi es pot atribuir a l'esgotament de la càrrega de foc, a la falta de ventilació o als sistemes automàtics o manuals d'extinció. Hi ha trets característics per preveure el període de disminució de molts escenaris d'incendi.

7.2.6. Desenvolupament de dissenys de prova

Un cop establerts els criteris d'eficàcia i determinats els escenaris d'incendi tipus, el pas següent és desenvolupar els dissenys de prova. Per això s'ha de tenir en compte el context en el que s'avalua el disseny. Els dissenys de prova es poden avaluar a nivell de subsistema, el que permet fer comparacions amb les disposicions basades en prescripcions.

Els dissenys de prova inclouen sistemes proposats de protecció contra incendis, característiques de construcció, i operacions disposades per a que es puguin avaluar utilitzant els escenaris d'incendi tipus. Els mètodes d'avaluació també s'hauran de determinar en aquest punt.

El nivell de protecció contra incendis d'un edifici depèn de la interacció de cada un dels components o subsistemes del sistema de protecció contra incendis. Entenen per components o subsistemes:

- Inici del desenvolupament de l'incendi
- Propagació, control i evacuació del fum
- Detecció de l'incendi
- Extinció de l'incendi
- Comportament i evacuació dels ocupants
- Protecció passiva contra incendis

Aquest subsistemes es poden avaluar de forma individual, però es necessari fer una valoració de la interacció entre ells. En general no és necessari fer ús de tots aquest subsistemes per un disseny en particular, això anirà segons els criteris d'eficàcia marcats.

S'ha de considerar diferents mètodes per aconseguir l'objectiu quan s'estableixen els criteris d'eficàcia. Aquest mètodes utilitzaran enfocaments de protecció contra incendis com l'extinció, detecció, compartimentació i control de materials inflamables. La NFPA 550, Arbre de Conceptes de Seguretat Contra Incendis (Fire Safety Concepts Tree) pot servir d'ajuda per identificar mètodes per aconseguir un objectiu donat. La NFPA 550, mostra tres mètodes per el control d'un incendi (veure figura 7.2.7): control del procés de combustió, extinció de l'incendi i control de l'incendi per mitjà de mesures constructives, i aquest mètodes es subdivideixen fins arribar al nivell més baix de l'arbre. L'operador "o" es representa amb un signe "+", i l'operador "i" amb "•". Els conceptes dels nivells inferiors son el que s'han de considerar quan es desenvolupen els criteris d'eficàcia. Per als conceptes separats amb l'operador "i" s'ha de desenvolupar i complir tots els conceptes d'eficàcia. En canvi, per als conceptes d'eficàcia separats per l'operador "o" només hi ha que complir-ne un. Segurament, serà necessari detallar molts més conceptes d'eficàcia que els assenyalats en l'arbre de la NFPA 550, però ens pot servir de model.

Quan sigui necessari que un disseny per prestacions sigui equivalent a una norma, un codi o una llei, s'ha de determinar quina eficàcia pretén la norma o quina exigència bàsica i comparar.

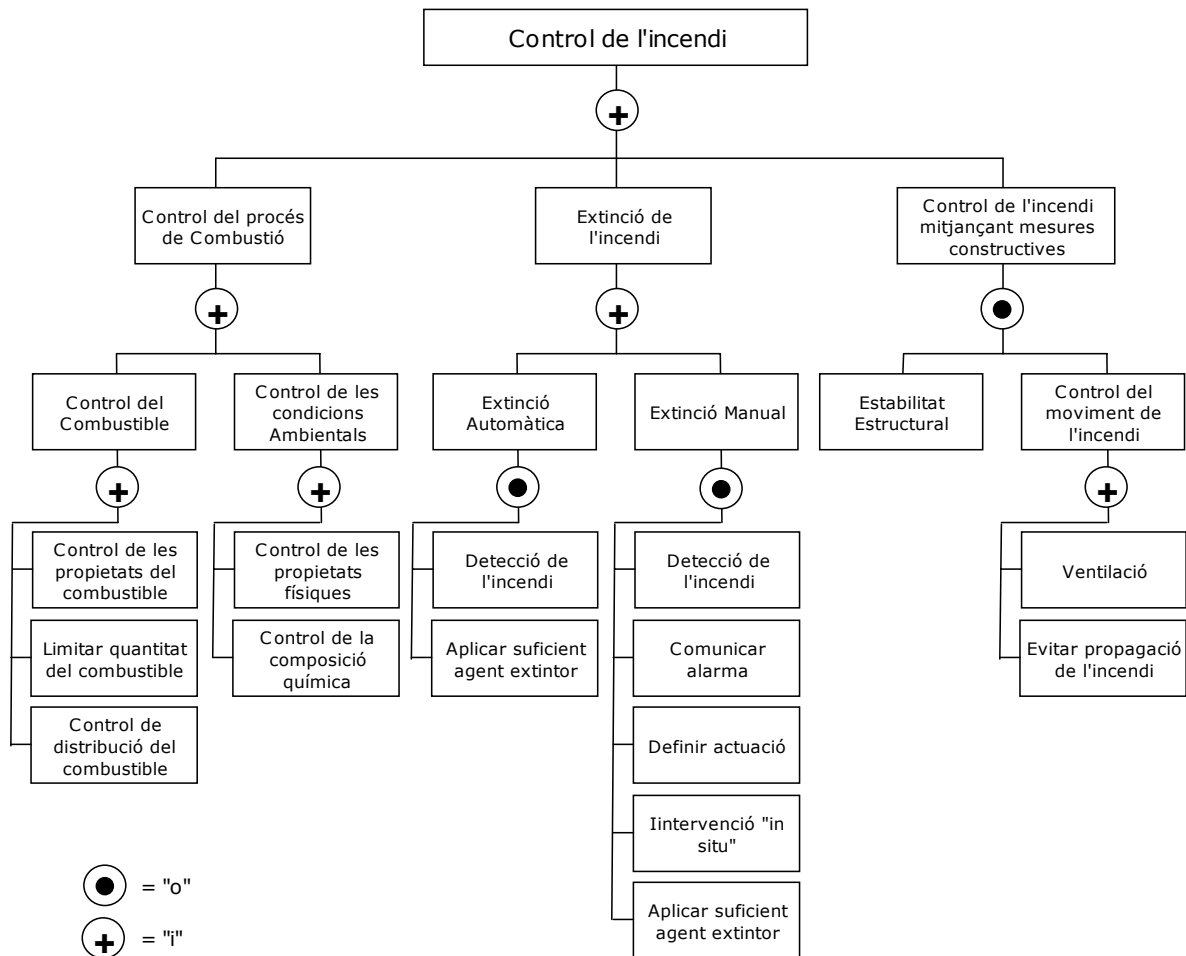


FIGURA 7.2.7. ARBRE DE DECISIONS PER A LA PROTECCIÓ CONTRA INCENDIS (font: NPFA 550)

7.2.7. Desenvolupament d'un resum del disseny de protecció contra incendis

En aquest moment, hi ha que fer un resum del disseny d'enginyeria de protecció contra incendis per entregar-lo a totes les parts implicades per a la seva revisió i acord. Aquest resum ha de documentar l'abast del projecte, les fites, objectius, dissenys de prova, criteris d'eficàcia, escenaris de tipus d'incendi, i mètodes utilitzats. Documentar i acordar aquest factors en aquest punt del procés de disseny ajudarà evitar possibles malentesos posteriors.

7.2.8. Avaluació dels dissenys de prova

Cada disseny de prova ha de ser avaluat posteriorment utilitzant cada escenari d'incendi tipus. Els resultats de la prova indicaran si el disseny de prova compleix els criteris d'eficàcia o les prestacions inicialment establertes.

Només els dissenys de prova que compleixen els criteris d'eficàcia es poden considerar com propostes de disseny final. Tot i que els criteris d'eficàcia es poden modificar amb el consentiment de les parts, els criteris d'eficàcia no es poden modificar per assegurar-se que el disseny de prova els compleix.

L'avaluació es el procés pel que es determina si un disseny de prova (subapartat 7.2.6) compleix els criteris d'eficàcia (subapartat 7.2.4) quan es posa a prova en escenaris d'incendis tipus suposats (subapartat 7.2.5).

Quan s'analitza si un disseny de prova compleix els criteris d'eficàcia específics, s'ha de considerar diferents factors com per exemple l'efectivitat, la fiabilitat, la disponibilitat i el cost.

L'eficàcia d'un disseny de prova es jutja determinant si compleix els criteris d'eficàcia.

La fiabilitat mesura si un sistema funcionarà tal i com s'ha dissenyat. Per exemple, un sistema de ruixadors automàtic ha funcionat com estava dissenyat si descarrega prou aigua per controlar o extingir un incendi sense que aquest es propagui en excés.

Un sistema es pot considerar disponible sempre que sigui capaç de desenvolupar una funció un instant determinat en el temps. Així, el sistema pot no estar operatiu durant la realització de proves o del manteniment corresponent. Una errada que sol passar més habitual del que ens podem imaginar és no restablir el sistema després de realitzar el manteniment provocant que resti no operatiu. En aquest casos el sistema es considera no disponible.

La combinació de la fiabilitat i la disponibilitat del sistema és l'efectivitat del sistema.

També es poden avaluar els dissenys de prova segons el cost econòmic de cada un d'ells. En el cost econòmic s'ha de considerar els costos inicials de la instal·lació, d'inspecció, de manteniment i per últim els costos associats amb el màxims danys acceptables per l'incendi.

Per avaluar l'adequació d'un disseny de prova es poden utilitzar diferents tècniques, i es poden classificar en dos grans grups, probabilístiques i determinístiques. Un anàlisi determinístic consisteix en examinar el perill presentat independentment pels possibles escenaris d'incendi tipus, és a dir, l'eficàcia prevista dels sistemes de protecció contra incendis s'analitza davant un o més escenaris d'incendi tipus. Un anàlisi probabilístic utilitza l'anàlisi de risc per identificar conseqüències de successos específics i les respectives probabilitats. Hi ha dos mètodes probabilístics més destacables, l'anàlisi clàssic del risc (quantifica la freqüència de cada escenari tipus i la fiabilitat dels sistemes de protecció contra incendis), i l'anàlisi restringit del risc (quantifica les conseqüències dels successos més greus i freqüències aproximades, és més senzill que l'altre). Al realitzar una avaluació, s'ha d'assumir una hipòtesi de partida que no es possible que es produeixi un succés més greu que el proposat.

En els dissenys per prestacions, s'ha d'incloure un marge per tenir en compte els elements desconeguts i les variacions, i proporcionar un nivell de confiança en el disseny final. Aquest marge pot ser en base a factors de seguretat esdevinguts històricament per l'experiència, un anàlisi d'incertesa o marges d'anàlisi.

7.2.9. Selecció del disseny final

Un cop que l'avaluació ha identificat un disseny de prova acceptable, pot tenir-se en compte pel disseny final. Si s'avaluen varis dissenys de prova, es necessitaran anàlisis posteriors per a la selecció d'un disseny final

La selecció d'un disseny de prova acceptable com a disseny final es pot dur a terme per la tria de diversos factors, com es el cost econòmic, disponibilitat dels materials, comoditat d'ús, manteniment, etc.

7.2.10 Documentació del disseny final

Finalment, després d'haver identificat el disseny final, es necessari preparar la documentació del disseny. Una documentació apropiada assegurarà que totes les parts implicades comprenguin que és necessari per a la implementació del disseny, manteniment, i continuïtat del disseny de protecció contra incendis.

La documentació hauria d'incloure el resum de disseny de l'enginyeria de protecció contra incendis, un informe de l'eficàcia del disseny, especificacions i plànols detallats, manuals d'operacions i de manteniment de l'edifici.

08. CONCLUSIONS FINALS

En la protecció contra incendis s'ha de tenir present que la seguretat en cas d'incendi màxima o absoluta no existeix. En qualsevol activitat dins un edifici sempre hi haurà risc, acceptable o no, però mai es podrà eliminar del tot. En un edifici sempre disposarem de combustible i oxigen, per tant el risc esdevindrà en presència d'una font d'ignició o calor (triangle del foc). Per estadística sabem que tots els edificis al llarg de la seva vida patiran un conat d'incendi. Que el conat es evolucioni a incendi dependrà de si es disposa d'alguna instal·lació de protecció contra incendis, si hi ha usuaris que donin l'alarma, etc.

El CTE estableix el requisit de Seguretat en cas d'Incendi, l'objectiu del qual consisteix en reduir a límits acceptables el risc que els usuaris d'un edifici pateixin danys derivats d'un incendi d'origen accidental, com a conseqüència de les característiques del seu projecte, construcció, ús i manteniment. El CTE DB SI no pretén prevenir l'aparició d'incendis, això ho fan les diverses normatives com per exemple el Reglament d'Emmagatzematge de Líquids Inflamables o el REBT, ni tampoc regula l'instal·lació dels sistemes de protecció contra incendis.

En el DB SI s'estableixen uns paràmetres i procediments que permeten complir cada una de les sis exigències bàsiques. La correcta aplicació del DB significa satisfer el requisit bàsic de seguretat en cas d'incendi.

La primera normativa que regulava la protecció contra incendis als edificis va ser aprovada l'any 1981, la NBE-CPI/81. Tot i que aquesta no s'aplicà del tot per un munt de crítiques. Posteriorment s'aprovaren la NBE-CPI/91 i la NBE-CPI/96 que s'aplicaren en la seva totalitat fins a l'entrada del CTE. Per tant, podem dir que en els últims 30 anys hi ha hagut un salt qualitatiu pel que respecta a la normativa contra incendis. Sobretot per que el CTE té un caràcter prestacional, permetent obrir noves vies científic-tecnològiques que derivaran en un desenvolupament del sector i en la recerca de nous sistemes de protecció contra incendis.

Dels requisits que estableix el CTE en diu que són bàsics, però en realitat podem afirmar que són uns estàndards de seguretat molt alts, i fins i tot comparables amb països de referència de la Unió Europea com poden ser França i Alemanya.

De l'anàlisi de les circumstàncies en que s'origina i es desenvolupen els incendis que provoquen víctimes i danys, es poden extreure ensenyances i coneixements que ajudin a evitar incendis amb noves víctimes. Aquesta disminució de víctimes i danys s'obtindrà incidint en els factors que intervenen o influeixen, directe i indirectament, en la seguretat i protecció en cas d'incendi.

El factor més important i on cal incidir més és en la seguretat dels ocupants i en la seva evacuació. Cal garantir l'evacuació de les persones i protegir les seves vides. El compliment del DB SI 03 assegura l'exigència bàsica d'evacuació dels ocupants disposant mitjans adequats per que aquests puguin abandonar l'edifici o arribar a un lloc segur. Per això cal disposar d'equips i instal·lacions per la detecció i alarma, control i extinció de l'incendi (SI 4) i de senyalització i il·luminació per a l'evacuació disposat en el DB SUA.

A la vegada també s'ha de limitar la propagació de l'incendi, tant per l'interior de l'edifici mitjançant sectorització (SI 1) com a l'exterior cap a edificis veïns (SI 2). Per assegurar l'evacuació i l'intervenció dels bombers es faci dins els límits de risc acceptable és indispensable l'estabilitat estructural (SI 6) durant l'incendi.

Abans de l'entrada en funcionament del CTE, l'intervenció dels bombers no estava regulada a excepció de ciutats com Barcelona o Madrid, les quals recollien en ordenances municipals característiques mínimes dels vials per a l'entrada dels serveis d'extinció i disposició de mitjans de lluita contra el foc (hidrants, mànegues, etc).

La normativa actual permet a enginyers, arquitectes i tècnics que projectin, incorporar els últims avenços de la tecnologia de protecció contra incendis amb l'objectiu d'aconseguir la màxima seguretat. No sent necessari el compliment estricte del DB, sempre i quan es justifiqui que la solució alternativa compleix les exigències bàsiques de seguretat en cas d'incendi. Això ho fa possible el caràcter prestacional (basat en l'eficàcia) del CTE.

MEDIAMBIENTALITZACIÓ DEL PROJECTE

Aquest treball fi de carrera no tracta del medi ambient, tot i així prevenir, i en el cas d'aparició d'un incendi, extingir-lo ràpidament o si més no evitar la propagació, és una manera de contribuir al medi ambient per tal de reduir les emissions a l'atmosfera.

Amb independència dels principals danys que causen els incendis a les persones, destaca la repercussió en el medi ambient, prou danyat per la mà de l'home en moltes regions i on la seva recuperació, ja no total, sinó parcial es molt difícil i requereix el pas de molts anys.

Encara que en el treball no es tracti impacte mediambiental de forma directe, es fa referència a diferents conceptes a tenir en compte quan es projecten instal·lacions contra incendis:

- Utilització d'agents extintors respectuosos amb el medi ambient, com per exemple l'instal·lació de sistemes d'aigua nebulitzada, que redueix el consum de l'agent extintor i que aquest és totalment innocu pel medi ambient i les persones.
- Preveure la recollida de l'agent extintor per tal d'evitar abocaments al medi.

En referència a l'elaboració d'aquest projecte, cal dir que tota la documentació que s'ha generat en format paper ha estat la mínima possible. Les entregues lliurades al tutor s'ha imprès sobre paper amb certificat FSC o bé en el revers de fulls bruts. De la mateixa el treball lliurat finalment en paper també disposa del mateix certificat. La documentació impresa que ja no és necessària s'ha reciclat. I s'ha intentat prescindir del color.

Les possibilitat de continuïtat d'aquest PFC son varies, des de aprofundir en els sistemes de protecció contra incendis més nous, a dur a la pràctica el procés de disseny basat en l'eficàcia que es proposa en la guia.

BIBLIOGRAFIA

En el present capítol s'han inclòs totes les referències bibliogràfiques consultades per a l'el·laboració del treball:

Autores segun fichas (2005), Manual de Protección Contra Incendios. Colegio de Ingenieros Técnicos Industriales de Barcelona

Aznar Carrasco, Andrés (1990), Protección Contra Incendios: Anàlisis y Diseño de Sistemas. Editorial Alcion. Madrid.

British Standards Institute (1997). Ingeniería de Protección contra Incendios en Edificios (Fire Safety Engineering in Buildings). DD 240, London.

Domingo, S., Mestre, R., Novau, J.M., Villanueva, J.L., (1980), Prevención y Protección contra Incendios: Plan de Estudios del Técnico de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Ediciones i Publicaciones 66, Madrid.

Drysdale, D. D. (1999). Introducción a la Dinámica del Fuego (An Introduction to Fire Dynamics). Ed. Jhon Wiley & Sons, Great Britain.

Fire Code Reform Centre Limited (1996), Guías de ingeniería de protección contra incendios (Fire Engineering Guidelines). Sidney, NSW, Australia.

Fundación Mapfre Estudios (1997), Manual de Seguridad contra Incendios. Editorial Mapfre.

Ministerio de Vivienda (2010) Recopilación de consultas dirigidas a la Dirección General de Arquitectura y Política de Vivienda. Criterios para la interpretación y aplicación del Documento Básico, DB SUA - Seguridad de utilización y accesibilidad, del Código Técnico de la Edificación.

Ministerio de Vivienda (2010) Recopilación de consultas dirigidas a la Dirección General de Arquitectura y Política de Vivienda. Criterios para la interpretación y aplicación del Documento Básico, DB SI - Seguridad en caso de incendio, del Código Técnico de la Edificación

National Fire Protection Association (1998). Metas, Objetivos y Criterios de Eficacia (Goals, Objectives and Performance Criteria). Quincy, MA.

NFPA 550 (2002), Traduïda per CEPREVEN, Guía del Árbol de Decisiones para la Seguridad contra Incendios. Edición 2002.

NFPA 921 (2004), Guide for Fire and Explosion Investigations. Traduïda per CEPREVEN, Guía para la Investigación de Incendios y Explosiones. Edición 2004.

Reiss, M. (1998). Diseno basado en la eficacia global: ¿Es solución? (Global performance-Based Design: Is it the Solution?). Acta de sesiones, Conferencia de la costa del Pacífico de 1998 y segunda Conferencia Internacional sobre Códigos Basados en la Eficacia y métodos de diseño de Seguridad Contra Incendios (Proceeding, 1998 Pacific Rim Conference and Second International Conference on Performance-Based Codes and Fire Safety Design Methods), International Conference of Building Officials, Whittier, CA.

Sanvicente Callejo, E. (1997), Prevención, protección y lucha contra el fuego. Editorial Paraninfo, Madrid.

Llocs web consultats:

<http://firestation.wordpress.com/>

<http://www.aptb.org/APTB/Index.asp?Idmenu=0>

<http://www.fundacionfuego.org/cms/>

http://www.bcn.es/bombers/ca/prevencio_documentacio.html

http://www.mviv.es/es/index.php?option=com_content&task=blogsection&id=7&Itemid=33

<http://www20.gencat.cat/portal/site/interior/menuitem.749d9d1d4de644df65d789a2b0c0e1a0/?vgnextoid=254dd2a9fbed4210VgnVCM1000008d0c1e0aRCRD&vgnnextchannel=254dd2a9fbed4210VgnVCM1000008d0c1e0aRCRD&vgnnextfmt=default>

<http://www.promat.es/>

<http://www.sabo-esp.com/escontraincendios.html>

<http://www.prtr-es.es/Halones,15603,11,2007.html>

AGRAÏMENTS

Agraeixo a la meva família la paciència i el suport donat durant l'elaboració del treball. També vull agrair, i molt especialment, al professor Jordi Murtra les hores dedicades a explicacions i a la direcció del treball, així com la passió que transmet quan parla de protecció contra incendis.

CONTINGUT DEL CD

- Projecte final de carrera en format pdf
- Resum en format pdf
- Annex A: Fitxes d'aplicació en format pdf
- Carpeta amb normativa vigent i derogada de protecció contra incendis